BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

35

Krzysztof Dąbrowski
OE1KDA

Licencja i co dalej
Tom 1

Wiedeń 2018


1918 - 2018
stulecie odzyskania
niepodległości

Licencja i co dalej

Tom 1

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 1
Wiedeń, styczeń 2018

Spis treści

Sommaire
Licence et après

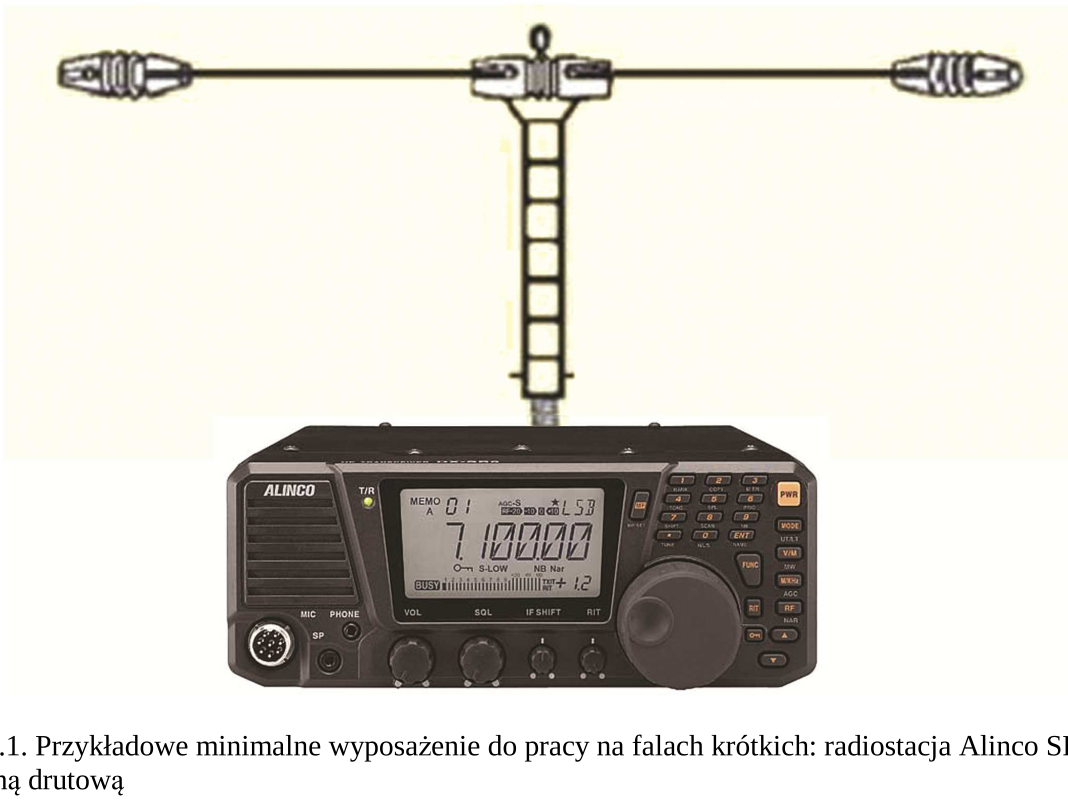
Wstęp

Szybkie wyjście w eter po uzyskaniu licencji sprzyja podtrzymaniu zapału towarzyszącego dotąd nauce i przygotowaniom do egzaminu. Rodzajów aktywności jest wiele, a w ofercie sprzętu radiowego, dodatków i anten łatwo się zgubić nie tylko początkującym. „Świat Radio" od początku 2016 roku zamieszcza na swoich łamach atrykuły ułatwiające wybór wyposażenia, porady konstrukcyjne i operatorskie przeznaczone głównie dla początkujących krótkofalowców w cyklu „Licencja i co dalej".
W obecnym skrypcie autor zebrał dla wygody czytelników odcinki opublikowane w latach 2016 i 2017. W niektórych miejscach wprowadzone zostały nieznaczne zmiany i uaktualnienia w stosunku do wersji opublikowanej w „Świecia Radio". W przyszłości w miarę ukazywania się w druku dalszych odcinków planowane jest przygotowywanie kolejnych tomów.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
1 stycznia 2018

1. Licencja i co dalej

Współczesne krótkofalarstwo oferuje różnorodne możliwości „wyżycia się” i uzyskania satysfakcji, dlatego też przed wyjściem w eter warto przeanalizować własne zainteresowania i preferencje. Oczywiście przedstawone dalej przykłady nie wyczerpują wszystkich możliwych wariantów i nie wykluczają się wzajemnie, a na dodatek w miarę upływu czasu (i ewentualnie postępów techniki) zainteresowania mogą się rozszerzać obejmując coraz to więcej dziedzin. Ponieważ krótkofalarstwo jest pięknym i rozwijającym hobby – wiele osób twierdzi nawet, że jest to najpiękniejsze hobby świata – głównym kryterium wyboru rodzajów własnej działaności powina być osobista satysfakcja.
Za królewską dziedzinę krótkofalarstwa uważane jest najczęściej DX-owanie czyli nawiązywanie łączności na możliwie jak najdalsze odległości. Skrót DX pochodzi od angielskiego wyrażenia „Distance X”. Łączności międzykontynentalne albo nawet o zasięgu światowym można w warunkach amatorskich nawiązywać głównie na falach krótkich.
Operatorzy z wieloletnim stażem dysponują w tym celu kosztowną aparaturą nadawczą o mocach wieluset watów i rozbudowanymi zestawami anten (także kierunkowych) ale również i oni rozpoczynali od małego. Na początek wystarczy radiostacja CW/SSB popularnej klasy (oczywiście może być też używana) o mocy wyjściowej około 100 W pokrywająca zakres 80 – 10 m i prosta antena np. dipolowa na wybrane pasmo lub pasma KF (rys. 1.1). Za pomocą tego wyposażenia można osiągnąć wprawdzie nie wszystko łatwo i od razu ale jednak bardzo wiele. Co najwyżej będzie to wymagać trochę więcej czasu i cierpliwości. Łączności DX-owe są najczęściej nawiązywane telegrafią (CW) lub fonią SSB. Sprawę łączności dalekopisowych (RTTY), JT65 i podobnych poruszamy w dalszych rozdziałach.



Rys. 1.1. Przykładowe minimalne wyposażenie do pracy na falach krótkich: radiostacja Alinco SR8E z anteną drutową

Do głównych pasm DX-owych należą 20, 17 i 15 m, pasma 12 i 10 m są raczej kapryśne i w obecnej fazie cyklu słonecznego przeważnie mało przydatne, a więc przy wyborze anteny można nie brać ich na początek pod uwagę. Do celów łączności europejskich świetnie nadaje się natomiast pasmo 40 m, a pasmo 80 m służy przeważnie do łączności krajowych o czym za chwilę. Dość liczne grono zwolenników ma także praca z małymi mocami nadawania rzędu 5 W lub poniżej – QRP. Przy dobrej antenie i dobrych warunkach propagacji można wprawdzie osiągnąć wiele ciekawych łączności, jednak przeważnie wymaga to jeszcze więcej czasu i cierpliwości, co może też stać się przyczyną rozczarowań ale może także zaspokoić żyłkę sportową.

Alternatywą do zakupu gotowej radiostacji może być jej samodzielna konstrukcja. Najwygodniejszą możliwością jest w tym przypadku skorzystanie z gotowego zestawu konstrukcyjnego – przeważnie są to zestawy konstrukcyjne radiostacji QRP o mocy kilku watów. Zestawy takie są dostępne m.in. w sklepie AVT.
Szczegółowe porady odnośnie wyboru radiostacji i anten, względnie przykłady rozwiązań anten do własnej konstrukcji dla tego i pozostałych scenariuszy przedstawimy w kolejnych odcinkach cyklu, czyli w niniejszym skrypcie w kolejnych rozdziałach.
Dokonane łączności (DX-owe lub na bliższe odległości), zwłaszcza po nadejściu potwierdzających je kart QSL, mogą się po pewnym czasie przełożyć na dalsze trofea – różnego rodzaju dyplomy i później dodatkowe naklejki na nie. Warunki otrzymania dyplomów są regularnie publikowane m.in. na łamach „Świata Radio” i w Internecie np. w witrynie Polskiego Związku Krótkofalowców [1.1] lub różnych klubów specjalistycznych, których adresy można znaleźć także w witrynie PZK.
Ogólnie rzecz biorąc dyplomy uzyskuje się za przeprowadzenie podanej w regulaminie liczby łączności bądź to z określoną liczbą krajów, bądź określonymi stacjami z danego kraju, regionu albo stacjami specjalnymi albo uzyskanie podanej tam liczby punktów. Weryfikacja przeprowadzonych łączności może wymagać nadesłania do wydawcy dyplomu oprócz wyciągu z dziennika także odpowiednich kart QSL lub też sprawdzenie ich przez upoważnionych kolegów albo kluby krajowe.
Nie wnikając zbytnio w szczegóły dyplomy można podzielić na dwie zasadnicze klasy: dyplomy o charakterze bardziej pamiątkowym wydawane np. z okazji (okrągłej) rocznicy jakiegoś ważnego wydarzenia albo z okazji akurat aktualnie odbywającego się wydarzenia i dyplomy o charakterze bardziej sportowym wymagające np. nawiązania łączności z określoną liczbą krajów, stacji pracujących na wyspach, wierzchołkach gór itp. W tym drugim przypadku warunki uzyskania dyplomu są naogół bardziej restrykcyjne, a kontrola wiarygodności danych dokładniejsza.
Z łącznościami DX-owymi blisko wiąże się także uczestnictwo w różnego rodzaju zawodach. Przeważnie polegają one na nawiązaniu jak największej liczby łączności w czasie ich trwania, przy czym pasma pracy, rodzaje emisji (fonia, telegrafia, RTTY itd.) i zasady punktacji są dokładnie podane w regulaminie. Podobnie jak w przypadku dyplomów regulaminy zawodów publikowane są na łamach „Świata Radio” i w Internecie np. [1.1]. Przed wzięciem w nich udziału warto dokładnie zapoznać się z regulaminem aby uniknąć niemiłych niespodzianek.
Pierwszą myślą kojarzącą się z zawodami jest chęć zajęcia jak najlepszego miejsca w klasyfikacji. Jest to dla większości uczestników trudne do osiągnięcia, bo przykładowo w pierwszej dziesiątce jest miejsce tylko dla 10 uczestników. Zwłaszcza trudne będzie zajęcie dobrych miejsc przez początkujących adeptów krótkofalarstwa. Ale przecież nie o to chodzi i nie trzeba się zniechęcać. Radość może dać samo uczestnictwo, możliwość sprawdzenia swoich umiejętności, sprzętu, poznanie jego słabych stron i własnych niedociągnięć. Udział w zawodach jest też świetną okazją do zdobycia łączności (krajów, regionów) brakujących do któregoś z dyplomów.
Początkujący koledzy i koleżanki powinni raczej rozpoczynać karierę „zawodnika” w krótko trwających i mniej zatłoczonych zawodach o charakterze lokalnym – fonicznych lub telegraficznych. Jest to mniej męczące aniżeli start w zawodach światowych trwających przeważnie jedną lub dwie doby, a poza tym inni uczestnicy mają troche więcej czasu na pomoc czy poradę dla biorących w nich udział po raz pierwszy.
Dopiero po zdobyciu doświadczenia można wypuszczać się na głębsze wody. Nie musi być to zresztą od razu udział od początku do końca – można przecież ograniczyć się do kilku wybranych godzin w czasie najkorzystniejszym dla operatora. Dla tak rozumianego uczestnictwa, zwłaszcza w początkowym okresie, wystarczy podane powyżej wyposażenie. Część zawodów lokalnych odbywa się m.in. w paśmie 80 m, dlatego też antena powinna pokrywać i ten zakres.
W trakcie łączności DX-owych i w zawodach wymieniane jest zasadniczo minimum informacji niezbędnych do ich uznania, takich jak raport odbioru (RS lub RST), kolejny numer itp.
Zupełnie różną od tego kategorią łączności są dłuższe pogawędki w eterze na przeróżne tematy, poszukiwanie porad w sprawach technicznych i operatorskich albo kontaktów osobistych z kolegami zamieszkałymi w pobliżu. Łączności takie odbywają się przeważnie w paśmie 80 m lub na UKF-ie, ale o tym potem. Również i w tym przypadku jako wyposażenie wystarczy opisana radiostacja krótkofalowa i antena obejmująca pasmo 80 m.
Łączności DX-owe można prowadzić także w zakresach UKF, a zwłaszcza w pasmach 144 i 430 MHz. Różnią się one w pierwszym rzędzie od DX-ów krótkofalowych uzyskiwanymi zasięgami. Średnio

wyposażone stacje mogą liczyć w paśmie 2 m na zasięgi rzędu 200 – 300 km, w lepszych warunkach propagacji nawet na więcej ale lokalne przeszkody terenowe np. wysokie budynki mogą je też wyraźnie ograniczyć. Łączności prowadzone są najczęściej telegrafią albo fonią SSB. Wiele, nawet prostych i niedrogich, modeli radiostacji krótkofalowych jest wyposażonych także w pasmo 2 m, a niektóre także – w pasmo 70 cm (przykładowo FT-857, FT-817, FT-991, FT991A). Moce wyjściowe w tych pasmach wynoszą najczęściej ok. 30 – 50 W i na początek nie potrzeba więcej. Do tego potrzebna jest co najmniej kilkuelementowa antena Yagi (rys. 1.2) spolaryzowana poziomo. Antena ta jest anteną kierunkową i zasadniczo wymaga obracania w kierunku korespondenta. Zależnie od miejsca zamontowania może być jednak w pierwszym okresie obracana ręcznie lub zamontowana nieruchomo i zwrócona w stronę, z której można spodziewać się największej liczby korespondentów. Obrotnica antenowa może być więc późniejszą inwestycją – zależnie od możliwości finansowych operatora i miejsca umieszczenia anteny.



Rys. 1.2. Przykładowe minimalne wyposażenie do pracy DX-owej na UKF-ie: FT-857 z kilkuelementową anteną Yagi

Również w pasmach UKF organizowane są różnego rodzaju zawody i dni (lub wieczory) aktywności – foniczne lub telegraficzne. Pozwalają one podobnie jak na falach krótkich na spotkanie większej liczby stacji, w tym także potrzebych do uzyskania tego lub innego dyplomu. W Polsce i w niektórych krajach sąsiadujących do stosunkowo popularnych należą wtorki aktywności. Pierwszy wtorek miesiąca w godzinach 18.00 – 23.00 czasu lokalnego jest poświęcony łącznościom w paśmie 2 m, drugi – pasmu 70 cm a kolejne pasmom wyższym. Ze względu na ograniczone zasięgi w klasyfikacji rolę podobną do roli krajów na KF spełniają tu kwadraty QTH-Lokatora. Liczą się także odległości między korespondentami obliczane w km na podstawie małych kwadratów lokatora.
W odróżnieniu jednak od fal krótkich gdzie o prawie każdej porze dnia i nocy można w którymś z pasm napotkać aktywność foniczną lub CW, w pasmach UKF na aktywność w podzakresach SSB i CW można liczyć prawie wyłącznie w porach zawodów i terminów aktywności.
W pozostałym czasie główna aktywność rozgrywa się w podzakresach FM pasm 2 m i 70 cm. Nawiązywane są łączności bezpośrednie lokalne lub na trochę większe odległości (orientacyjnie do ponad 100 km) za pośrednictwem przemienników. Jako wyposażenie służą stosunkowo niedrogie radiostacje przewoźne j.np. IC-2730, FT-7900E, FT-2900E, Euron MT-9500E albo jeszcze tańsze od nich ręczne j.np. FT-25E, FT-65E, Baofeng UV-5R czy Euron HT-270E. Anteny są spolaryzowane pionowo i w wielu przypadkach wystarczają proste anteny typu „Ground Plane”, a przy trochę

większych odległościach od przemiennika anteny Yagi o dwóch lub trzech elementach albo anteny typu HB9CV (rys. 1.3).



Rys. 1.3. Do pracy FM w pasmach 2 m i 70 cm wystarczy zewnętrzna antena pionowa lub nawet tylko antena pokojowa, a w radiostacjach można przebierać jak w ulęgałkach

Łączności FM pozwalają na prowadzenie dłuższych i wyczerpujących dyskusji technicznych, zasięganie porad na różne tematy związane z krótkofalarstwem, nawiązywanie kontaktów mogących przejść w spotkania bezpośrednie, bliższe przyjaźnie itp.
Zasadniczo można zauważyć, że wyposażenie dla łączności FM jest nie tylko stosunkowo tanie – co stanowi jego istotną zaletę nie tylko dla początkujących – ale także przysparza wyraźnie mniej kłopotów praktycznych aniżeli wyposażenie krótkofalowe. W sytuacji utrudniajacej instalację anteny KF (zakazy, wygórowane opłaty, niechęć sąsiadów) łatwiej także znaleźć możliwość dyskretnego umieszczenia mniejszej od niej anteny UKF. Anteny takie łatwo zainstalować w sposób nie rzucający się w oczy przy oknie – na zewnątrz lub wewnatrz mieszkania, na balkonie, na loggi lub na tarasie, a nawet na strychu.
Błędnym byłoby jednak przekonanie, że łączności UKF-FM są głównie tanim zastępstwem „prawdziwych” łączności krótkofalowych. Wprost przeciwnie jest to bardzo praktyczna i dająca dużo satysfakcji dziedzina, tak samo „prawdziwa” jak wszystkie inne, a przy okazji tańsza i pozwalająca na ominięcie niektórych trudności antenowych.
Dzięki Echolinkowi (rys. 1.4) zasięgi łączności nie ograniczają się do lokalnych. Prowadzenie QSO z całym krajem lub nawet z innymi kontynentami wymaga tylko aby radiostacja była wyposażona w klawiaturę DTMF albo w pamięci przeznaczone do zapisania wybranych adresów – kodów DTMF. Warunet ten spełnia większość z dostepnych radiostacji FM, z tym że do radiostacji przewioźnych konieczne może byc nabycie dodatkowego mikrofonu z klawiaturą i koderem DTMF. Znaczna część obszaru Polski jest obecnie pokryta zasięgiem przemienników echolinkowych. Cyfrowa sieć D-Star, otwierająca w atrakcyjny sposób okno na świat wymaga oddzielnego szczegółowego omówienia.
Ogólnie rzecz ujmując nie można uznać żadnej z opisanych możliwości za obiektywnie najlepszą, a głównym kryterium oceny są osobiste upodobania i konkretne sytuacje. Różnorodność możliwości wymaga jednak podejścia ze zrozumieniem i tolerancją do osób mających inne upodobania krótkofalarskie.
Dobrym rozwiązaniem praktycznym jest kombinowanie różnych z opisanych możliwości, przykładowo poświęcenie się w domu albo w klubie łącznościom KF lub DX-owym UKF, a w trakcie różnego

rodzaju wyjazdów urlopowych, służbowych i innych – łącznościom ultrakrótkofalowym (w tym także echolinkowym) przy użyciu lekkiego i łatwego do zabrania w drogę sprzętu UKF-FM. Taka kombinacja różnych scenariuszy ułatwia też wczucie się w zamiłowania innych użytkowników pasm.



Rys. 1.4. Echolink otwiera okno na świat nawet użytkownikom ręcznych radiostacji

2. Popularne radiostacje KF

W odróżnieniu od podobnych zestawień publikowanych już wielokrotnie w czasopismach tutaj skoncentrujemy się nie na sprzęcie w miarę najlepszym i odpowiednio drogim ale na urządzeniach o przystępniejszej cenie – dostosowanej bardziej do możliwości finansowych początkujących krótkofalowców i jednocześnie dzięki skromniejszemu wyposażeniu łatwiejszych w obsłudze. Uprawianie krótkofalarstwa powinno przecież dawać przyjemność, dlatego na początek ważniejsze jest skoncentrowanie się na prowadzonej łączności bez przytłoczenia operatora przez 1001 gałek, klawiszy i punktów w menu. Po zdobyciu pewnych doświadczeń w eterze i nabyciu wprawy w korzystaniu z funkcji prostego sprzętu łatwiej będzie opanować obsługę bardziej skomplikowanych urządzeń i wyciągnąć z nich dalsze możliwości.
Jako górną granicę cen przyjęto w sposób dowolny 6000 zł co odpowiada około 1500 euro. Nie jest to jednak ostra granica i dlatego ceny wybranegfo sprzętu, zwłaszcza u niektórych dostawców mogą ją lekko przekraczać zwłaszcza jeśli weźmie sie pod uwage zmiany cen w miarę upływu czasu. Parametry podane w tabeli dotyczą wersji podstawowych bez zainstalowanych modułów dodatkowych o ile są dostępne. Również jako kryterium cenowe przyjeto ceny w wersjach podstawowych. W odróżnieniu od publikacji w „Świecie Radio" kolumna z cenami została usunięta, ponieważ szybko straciłaby na aktualności, ale kryterium wyboru w czasie opracowywania skryptu pozostało niezmienione.
Tabela uwzględnia zasadniczo sprzęt o klasycznej obsłudze, chociaż może on oczywiście być wyposażony w układy cyfrowej obróbki sygnałów (ang. *SDR*). Przyczyny tego stanu rzeczy są dwie: Sprzęt oparty całkowicie na cyfrowej obróbce sygnałów jest przeważnie kosztowny, a poza tym jego obsługa, a przedtem instalacja oprogramowania i sterowników mogą przysporzyć trochę trudności początkującym. Nie oznacza to jednak, że wogóle odradzamy korzystanie z takiego sprzętu.
Wszystkie wymienione w tabeli radiostacje pokrywają zakres fal krótkich od 160 do 10 m dlatego też w części „Zakresy" informujemy tylko o pozostałych dostępnych pasmach. Pasma wymagające zainstalowania dodatkowych modułów zaznaczono kółeczkiem w tabeli. Wszystkie też na falach krótkich pozwalają na pracę telegrafią, fonią SSB i emisjami cyfrowymi, a radiostacje wyposażone w pasma UKF – także fonią FM w tych pasmach i wówczas przeważnie także w paśmie 10 m.
Szczegółowe dane techniczne sprzętu podawane są w publikowanych na łamach „Świata Radio" testach i opisach a także w internecie. Tabela zawiera więc jedynie dwa (a tylko tam gdzie było to możliwe trzy lub cztery) najważniejsze parametry radiostacji: moc wyjściową nadajnika, czułość odbiornika dla emisji SSB na falach krótkich, a tam gdzie było to dostępne także zakres dynamiki (ZD) wolny od modulacji skrośnej. Ten ostatni parametr informuje o odporności odbiornika na przeciążenia silnymi sygnałami wejściowymi – co na falach krótkich w Europie jest już codziennością. Parametr ten ma więc zasadniczo większe znaczenie aniżeli czułość (przeciętna czułość odbiorników radiostacji amatorskich na KF leży poniżej poziomu lokalnych zakłóceń i jest w związku z tym wystarczająca do naszych celów), niestety jest on dostępny tylko dla niektórych modeli, przypuszczalnie lepszych pod tym względem. Zakres dynamiki powinien być jak najszerszy, a więc liczba dB jak największa. Wyraźne zwiększenie odporności na przesterowania można osiągnąć poprzez włączenie tłumika – na co pozwala zapas czułości odbiornika, natomiast włączenie dodatkowych przedwzmacniaczy powoduje efekt przeciwny. Zakres dynamiki różni się dla poszczególnych zakresów częstotliwości i zależy od włączenia dodatkowych przedwzmacniaczy, ustawień tłumika itp. Dla uproszczenia w tabeli podano tylko jedną z wartości – przeważnie dla pasma 20 m – w konfiguracji standardowej tzn. bez włączenia przedwzmacniaczy, tłumików i funkcji zwiększających odporność, o ile nie podano inaczej, i dla odstępu sygnałów pomiarowych 20 kHz.
Standardowa moc nadajników wynosi obecnie 100 W i tylko niektóre modele dysponują większymi j.np. 200 W, a w droższych modelach nawet 400 W. Osobną kategorię stanowią radiostacje QRP o mocach rzędu 5–10 W. Praca z małymi mocami może stanowić interesujące wyzwanie – coś w rodzaju sportu ekstremalnego, tylko bez związanego z tym podwyższonego ryzyka – ale wymaga więcej czasu i cierpliwości, zwłaszcza na fonii. Bardzo przydatna w takim przypadku może być znajomość telegrafii albo korzystanie z emisji cyfrowych. Na początek, zwłaszcza do pracy fonicznej lepszym rozwiązaniem jest nadawanie z mocami 100 W lub zbliżonymi. Małe wymiary i masa radiostacji QRP predystynują je natomiast do pracy w plenerze.

W tabeli podano jedynie moce wyjściowe nadajników pasmach KF, w pasmie 6 m (50 MHz) są one przeważnie takie same), w pasmach 2 m (144 MHz) i 70 cm (430 MHz) wynoszą przeważnie odpowiednio połowę lub jeszcze mniejszą część tej mocy.

Tabela 2.1. Radiostacje krótkofalowe

Typ	**Zakresy [MHz]**			**Pwy [W]**	**Czułość [µV]**	**Uwagi**
	50	**144**	**430**			
			Alinco			
DX-SR8E	X			100	1	masa 4 kg
DX-SR9E				100	1	masa 4,1 kg
			ELAD			
FDM-DUO	X			5	– –	QRP, SDR – możliwa praca z lub bez PC, masa 1,2 kg
			Elecraft			
KX3	X	O		10	0,9	QRP, masa 0,7 kg, zakres dynamiki (odst. 20 kHz) 105 dB, IP3 +37 dBm, dodatkowe moduły dla pasm 2 m i 4m
			ICOM			
IC-7100	X	X	X	100	0,15	D-STAR, pasmo 4 m, ekran dotykowy, masa 2,8 kg, czułość z przedwzm. 1, zakres dynamiki (odst. 20 kHz, 14 MHz) 95 dB, IP3 +13 dB, zdalne sterow. RS-BA1
IC-7200	X			100	0,16	wbudowany system dźwiękowy USB, czułość z przedwzm., zdalne sterow. RS-BA1
IC-7300	X			100	0,16 na 50 MHz 0,13	także pasmo 70 MHz, cyfrowa obróbka sygnałów z bezpośrednią przemianą analogowo-cyfrową, bardzo niski poziom szumów własnych heterodyny, wbudowana skrzynka antenowa, zdalne sterow. RS-BA1
IC-718				100	0,16	zakres dynamiki 88 dB (pasma 3,5 i 14 MHz), IP3 +6,8 dBm (14 MHz), czułość z przedwzm., masa 3,8 kg
			Kenwood			
TS-480HX	X			200	< 0,2 (0,13)	czułość w nawiasie dla 24,5 – 30 MHz, masa ok. 3,7 kg, zakres dynamiki 99 dB
TS-480SAT	X			100	< 0,2 (0,13)	wbudowana skrzynka antenowa, czułość w nawiasie dla 24,5 – 30 MHz, masa 3,7 kg
			YAESU			
FT-450D	X			100	0,25	czułość z przedwzm., następca FT-450AT
FT-817ND	X	X	X	5	0,25	QRP, moc 5 W we wszystkich pasmach, czułość z przedwzm., masa 1,17 kg
FT-857D	X	X	X	100	0,2	czułość z przedwzm., masa 2,1 kg
FT-891	X			100	0,158	masa 4,18 kg, zdejmowany panel obsługi, następca FT-857
FT-991 (A)	X	X	X	100	0,158	C4FM, ekran dotykowy, wbudowana skrzynka antenowa, czułość z przedwzm. 2, masa 4,3 kg, następca FT-897D
FT-DX1200	X			100	0,16	wbudowana skrzynka antenowa, czułość z przedwzm. 2

Uwagi:
Czułość dla emisji SSB w zakresie fal krótkich przy stosunku sygnału do szumu 10 dB
IP3 – punkt przecięcia 3 rzędu, za dobre można uznać wartości powyżej 20 dBm, a leżące w zakresie 0 – + 10 dBm za przeciętne.
X – oznacza wyposażenie standardowe, O – dodatkowe.

Planując zakup warto dokładnie zapoznać się z aktualnymi cenami i różnego rodzaju okazjami, rabatami itd. W handlu mogą być dostępne (po korzystnych cenach) również starsze, już nie produkowane modele pochodzące z jeszcze nie sprzedanych zapasów i w związku z tym pominięte w tabeli.
Ceny i oferta sprzętu używanego na giełdach różnią się od przypadku do przypadku, ale mogą się wśród nich trafić bardzo korzystne okazje. Na takie zakupy warto jednak wziąć ze sobą bardziej doświadczonego kolegę, który na dodatek jako niezaangażowany obiektywniej oceni stan i cenę sprzętu.
Niektóre z modeli pozwalają na cyfrową transmisję dźwięku w systemach D-STAR, DMR albo C4FM zasadniczo w pasmach UKF co podano w rubryce „Uwagi”. Szerokość pasma zajmowanego przez te emisje uniemożliwia korzystanie z nich na falach krótkich – jest to dozwolone tylko w podzakresie FM pasma 10 m.

3. Radiostacje UKF

Wybór radiostacji FM w obu grupach jest znacznie większy aniżeli radiostacji krótkofalowych przedstawionych w pierwszej części przeglądu, a i ceny są na tyle przystępne, że w wyborze zrezygnowano z kryterium cenowego. W handlu mogą być dostępne (po korzystnych cenach) również starsze, już nie produkowane modele, pochodzące z jeszcze nie sprzedanych zapasów i w związku z tym pominięte w tabeli.
Ceny i oferta sprzętu używanego na giełdach różnią się od przypadku do przypadku, ale mogą się wśród nich trafić bardzo korzystne okazje. Na takie zakupy warto jednak wziąć ze sobą bardziej doświadczonego kolegę, który na dodatek jako niezaangażowany obiektywniej oceni stan i cenę sprzętu.
Radiostacje firmy „Hytera" są urządzeniami profesjonalnymi ale znajdują coraz szersze zastosowanie w krótkofalarskich łącznościach DMR. Oprócz tego pracują one również z analogową modulacją FM. Wszystkie bez wyjątku są radiostacjami jednopasmowymi pokrywającymi albo pasmo 2 m albo 70 cm. W większości rejonów Polski sieć DMR pracuje w paśmie 70 cm, a przemienniki w paśmie 2 m można policzyć na palcach jednej ręki. Przed zakupem warto się jednak co do tego upewnić np. na mapie pod adresem [1]. Jako radiostacje profesjonalne nie dają one możliwości programowania parametrów w inny sposób jak tylko przez komputer i nie pracują w trybie VFO. W tabeli znalazły miejsce modele „Hytery" najbardziej popularne wśród krótkofalowców i wyposażone w wyświetlacz. Liczba kanałów jest dla radiostacji DMR równoważna z liczbą komórek pamięci, a strefa oznacza grupę kanałów.
Produkty pozostałych firm są przeznaczone dla krótkofalowców.
W rubryce „Moc" dla radiostacji dwu- lub więcej pasmowych moce dla poszczególnych pasm są oddzielone ukośną kreską. W rubryce „System cyfrowy" podany jest dodatkowy do analogowej emisji FM system transmisji. W początkowym okresie pracy w eterze sprawa ta nie należy może do najistotniejszych ale później pozwala na wyjście w świat poza zasięg własnej stacji i lokalnego przemiennika.
Niektóre z modeli umożliwiają pracę APRS bez dodatkowego wyposażenia – tzn. posiadają wbudowany modem TNC – i wówczas interesujące może być wyposażenie radiostacji w odbiornik GPS. Praca APRS w oparciu o zewnętrzny modem jest możliwa w prawie wszystkich modelach.
Korzystanie z Echolinku wymaga nadawania poleceń (numerów adresowych) docelowych przemienników w postaci ciągów tonów DTMF. Radiostacje ręczne wyposażone w tą funkcję posiadają klawiaturę numeryczną, koder i pewną liczbę pamięci przeznaczonych do zapisu najczęściej używanych numerów. W niektórych radiostacjach, nie wyposażonych w klawiaturę cyfrową można te kody zaprogramować do pamięci przez komputer i nadawać z wybranej w menu komórki naciskając odpowiedni klawisz. W radiostacjach przewoźnych klawiatura DTMF, jeśli ją posiadają, jest wbudowana do mikrofonu, z tym, że w niektórych modelach mikrofony z klawiaturą należą do akcesoriów dodatkowych. Bez nich pozostaje ewentualnie tak samo możliwość zaprogramowania pamięci przez komputer (i nadawania w sposób opisany powyżej). Informuje o tym oddzielna rubryka, dotycząca ogólnie możliwości programowania ustawień a nie tylko programowania pamięci DTMF. Kody DTMF używane są także do adresowania w sieci D-Starowej.
Gniazdo danych umożliwiające komunikację z przepływnością 9600 bit/s jest interesujące nie tylko dla operatorów pragnących pracować APRS czy wogóle packet-radio z większymi szybkościami ale także i dla eksperymentujących z transmisją cyfrowego dźwięku (D-STAR) przy użyciu konstrukcji amatorskich, ale dla osób zainteresowanych jedynie łącznościami fonicznymi ma ono małe znaczenie.
W rubrykach literą „X" zaznaczono możliwości i wyposażenie standardowe a literą „O" – wymagające użycia dodatkowych akcesoriów. W rubryce „Uwagi" symbol „2 TRX" oznacza wyposażenie w dwa równoległe tory nadawaczo-odbiorcze, w pozostałych radiostacjach dwu- lub więcej pasmowych jeden tor pokrywa wszystkie pasma ale nie równolegle.
Prawie wszystkie wymienione radiostacje mogą nadawać ton wywołwczy 1750 Hz i tony podakustyczne CTCSS, a w wielu z nich odbiorniki pokrywają szerszy zakres częstotliwości, nie ograniczający się do pasm amatorskich i do stosowanej w nich wąskopasmowej emisji FM. Ton wywoławczy i tony CTCSS są używane do otwierania większości analogowych przemienników FM. Szczegółowe dane dla wszystkich polskich i niektórych zagranicznych przemienników są podane pod adresem [3.1].

Tabela 3.1. Radiostacje przenośne

Typ	Moc [W]	Zakresy			System cyfrowy
		2 m	70 cm	Inne	
Alinco					
DJ-G7EG	5/5/1	X	X	23 cm	
DJ-V17E	5	X			
DJ-V57E	5/5	X	X		
DJ-500E	5/5	X	X		
DJ-MD-40	5		X		DMR
Baofeng					
UV-3R	2	X	X		
UV-3R Plus	2	X	X		
UV-5R	5	X	X		
UV82	8	X	X		
Hytera					
PD355	3/1,5		X		DMR
PD365 (Uc)	3/1,5		X		DMR
PD665	5/4	(X)	(X)		DMR
PD665G	5/4	(X)	(X)		DMR
PD685	5/4	(X)	(X)		DMR
PD685G	5/4	(X)	(X)		DMR
AR685	5/4	(X)	(X)		DMR
PD785	5/4	(X)	(X)		DMR
PD785G	5/4	(X)	(X)		DMR
X1P	5/4	(X)	(X)		DMR
ICOM					
IC-V80E	5,5	X			
ID-51E	5/5	X	X		D-STAR
Kenwood					
TH-D72E	5/5	X	X		
TH-D74E	5/5	X	X		D-STAR
TH-F7E	5/5	X	X		
TH-K20E	5,5	X			
TH-K40E	5		X		
Tytera					
MD-380	5/1	(X)	(X)		DMR
MD-390	5/1	(X)	(X)		DMR
MD-2017	5/1	X	X		DMR
MD-2017 GPS	5/1	X	X		DMR
TH-UV-6R	4/4	X	X		
TH-UV-8000D	10/10	X	X		
TH-UV-8200	8/8	X	X		
Wouxun					
KG-UV8D	5/4				
KG-UV9D	5/4	X	X		
Yaesu					
FT1DE	5/5	X	X		C4FM
FT2DE	5/5	X	X		C4FM
FT70DE	5/1	X	X		C4FM
FT-252E	5	X			
FT-270E	5	X			
FT-60E	5/5	X	X		

FT-65E	5	X	X		
FT-25E	5	X			
VX-3E	1,5/1	X	X		
VX-6E	5/5	X	X		
VX-8DE	5/5	X	X	6 m	

Typ	GPS	APRS	DTMF	PR 9K6	program. z PC	Uwagi
Alinco						
DJ-G7EG			X		X	2 TRX
DJ-V17E			X		X	
DJ-V57E			X		X	
DJ-500E			X		X	
DJ-MD-40			X		X	1000 kanałów, 250 stref
Baofeng						
UV-3R					X	miniaturowa
UV-3R Plus					X	miniaturowa
UV-5R			X		X	2 TRX
UV82			X		X	2 TRX, 2 PTT
Hytera						
PD355					X	a) 256 kanałów, 16 stref, małe wymiary
PD365 (Uc)					X	
PD665						1024 kanały, 64 strefy, X1P – 32 strefy
PD665G	X				X	
PD685			X		X	
PD685G	X		X		X	
AR685	X		X		X	
PD785			X		X	
PD785G	X		X		X	
X1P	X		X		X	
ICOM						
IC-V80E			X		X	
ID-51E			X		X	2 TRX
Kenwood						
TH-D72E	X	X	X	X	X	2 TRX
TH-D74E	X	X	X		X	2 TRX
TH-F7E			X	X	X	2 TRX
TH-K20E			X		X	
TH-K40E			X		X	
Tytera						
MD-380			X		X	
MD-390	X		X		X	
MD-2017			X		X	
MD-2017 GPS	X		X		X	
TH-UV-6R						2 TRX
TH-UV-8000D			X		X	2 TRX
TH-UV-8200			X		X	2 TRX
Wouxun						
KG-UV8D			X		X	2 TRX
KG-UV9D			X		X	2 TRX

Yaesu						
FT1DE	X	X	X		X	2 TRX
FT2DE	X	X			X	2 TRX
FT70DE			X		X	
FT-252E			X		X	
FT-270E			X		X	
FT-60E			X		X	
FT-65E			X			
FT-25E			X			
VX-3E			X		X	miniaturowa
VX-6E			X		X	
VX-8DE	O	X	X	X	X	2 TRX

Tabela 3.2. Radiostacje przewoźne

Typ	**Moc [W]**	**Zakresy**			**System cyfrowy**
		2 m	**70 cm**	**Inne**	
Alinco					
DR-138HE	60	X			
DR-438HE	45		X		
DR-635E	50/35	X	X		
DR-735E	50/50	X	X		
Hytera					
MD655G	25	(X)	(X)		DMR
MD785	25	(X)	(X)		DMR
MD785G	25	(X)	(X)		DMR
ICOM					
IC-2730E	50/50	X	X		
ID-4100E	50/50	X	X		D-STAR
ID-5100E	50/50	X	X		D-STAR
Kenwood					
TM281E	65	X			
TM-710E	50/50	X	X		
TM-710GE	50/50	X	X		
TM-V71E	50/50	X	X		
Tytera					
MD-9600	50/45	X	X		DMR
TH-7800	50/35	X	X		
TH-8600	25/20	X	X		
TH-9800	50/40	X	X	6 m, 10 m	
Wouxun					
KG-UV950P	50/40	X	X	6 m, 10 m	
Yaesu					
FT-1900E	55	X			
FT-2900E	75	X			
FTM-3100E	65	X			
FTM-3200DE	65	X			C4FM
FTM-3207DE	55		X		C4FM
FT-7900E	50/45	X	X		
FT-8800E	50/35	X	X		
FT-8900E	50/35	X	X	6 m, 10 m	
FTM-100DE	50/50	X	X		C4FM
FTM-400DE	50/50	X	X		C4FM

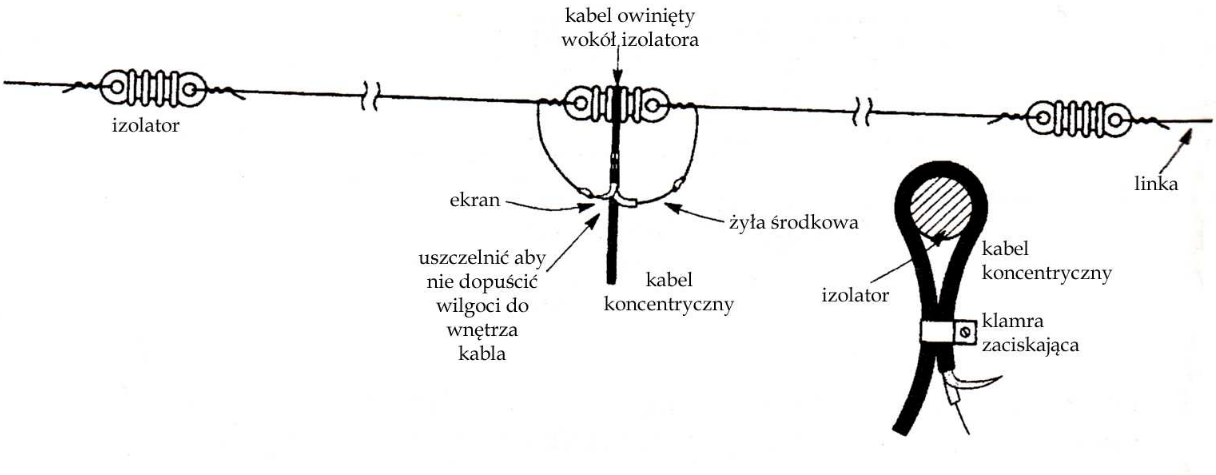
Typ	GPS	APRS	DTMF	PR 9K6	program. z PC	Uwagi
Alinco						
DR-138HE			X		X	
DR-438HE			X		X	
DR-635E			X		X	2 TRX
DR-735E			X			
Hytera						
MD655G	X				X	1024 kanały, 64 strefy
MD785	O		O		X	
MD785G	X		X		X	
ICOM						
IC-2730E			X		X	2 TRX
ID-4100E	X		X		X	zdalne strow. RS-MS1
ID-5100E	X		X		X	2 TRX, D-PRS
Kenwood						
TM-281E			X		X	
TM-710E	O	X		X	X	2 TRX
TM-710GE	X	X	X	X	X	2 TRX
TM-V71E			X	X	X	2 TRX
Tytera						
MD-9600			X		X	1000 kanałów, 250 stref
TH-7800			X		X	
TH-8600			X			miniaturowa
TH-9800			X		X	
Wouxun						
KG-UV950P						2 TRX
Yaesu						
FT-1900E			X			
FT-2900E			X			
FTM-3100E			X		X	
FTM-3200DE			X		X	
FTM-3207DE			X		X	
FT-7900E			X	X	X	
FT-8800E			X	X	X	2 TRX
FT-8900R			X	X	X	2 TRX
FTM-100DE	X	X	X		X	2 TRX
FTM-400DE	X	X	X			2 TRX

Legenda:
D-PRS jest cyfrowym D-Starowym odpowiednikiem APRS
2 TRX – dwa równoległe tory nadawczo-odbiorcze
2 PTT – dwa przyciski nadawania
(X) – w rubrykach pasm 2 m i 70 cm oznacza istnienie dwóch jednopasmowych bliźniaczych modeli
a) – w radiostacjach PD355 i PD365 128 kanałów jest przeznaczonych dla łączności DMR i 128 – dla FM

4. Antena dipolowa

Trochę teorii

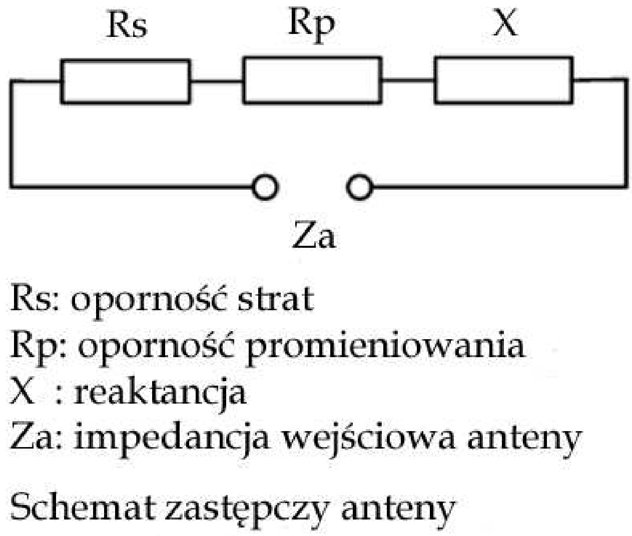
Stosunkowo najprostszą w budowie, niedrogą i charakteryzującą się dobrą sprawnością jest antena dipolowa. Antena ma długość równą w przybliżeniu połowie długości promieniowanej fali – stąd określenie dipol półfalowy, ale można korzystać z niej również na trzeciej harmonicznej. Oznacza to przykładowo, że antena dla pasma 7 MHz może być użyta także w paśmie 21 MHz. Prostota konstrukcji ułatwia jej samodzielną budowę.
Dipol jak to sugeruje już jego nazwa składa się z dwóch części – dwóch odcinków przewodu – przy czym najczęściej kabel zasilający prowadzący od nadajnika jest podłączony do jego środka (rys. 4.1). Nie wyklucza to wprawdzie innych rozwiązań ale kolej na nie przyjdzie trochę później.



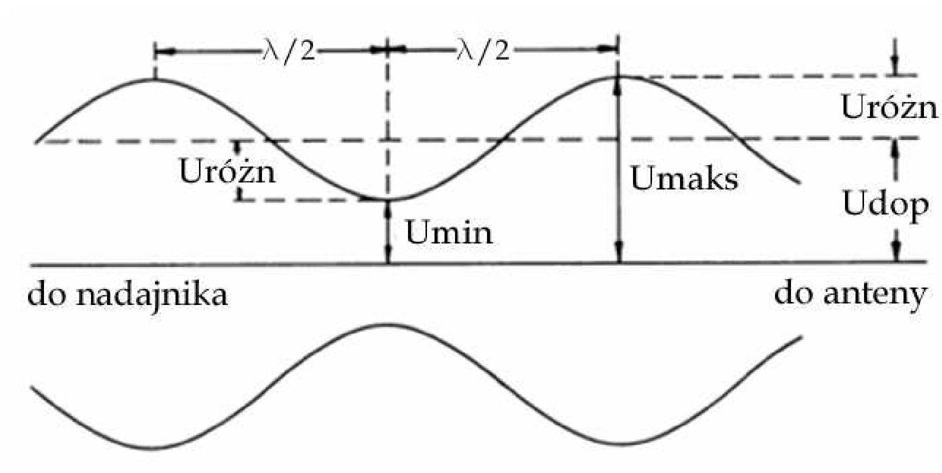
Rys. 4.1. Wygląd i przykład konstrukcji anteny dipolowej

Jednym z najważniejszych parametrów anten wogóle jest ich impedancja wejściowa. Dla częstotliwości rezonansowej przyjmuje ona wartość rzeczywistą (oporu elektrycznego) i jest na schematach zastępczych anten przedstawiana w postaci opornika, będącego oczywiście tylko jej symbolem. W rzeczywistości stanowi ona połączenie oporności promieniowania anteny, a więc symbolicznej oporności, w której „tracona” jest energia promieniowana przez antenę i oporności strat symbolizującej wszystkie niepożądane straty energii w antenie, ewentualnym uziemieniu i jej otoczeniu. Energia tracona w tak rozumianym systemie antenowym jest wydzielana w postaci ciepła. Na rys. 4.2 oporności te są oznaczone odpowiednio jako R_p i R_s. Jest sprawą oczywistą, że antena powinna wypromieniować jak największą część energii dostarczonej do niej z nadajnika, a straty powinny być minimalne. Stosunek energii wypromieniowanej do całości dostarczonej do anteny nazywa się sprawnością anteny. Niestety straty energii, chociażby na oporze własnym przewodów lub innych elementów anteny są nieuniknione dlatego też sprawność nie osiąga nigdy 100%.
Impedancja, a właściwie oporność wejściowa dipola półfalowego w rezonansie wynosi w przybliżeniu 73 Ω (jest ona zależna m.in. od grubości przewodu i wysokości zawieszenia anteny nad ziemią ale sprawy te zostawmy na później). Pod względem sprawności dipole zajmują miejsce w czołówce anten ponieważ dla dobrze wykonanych konstrukcji dochodzi ona do 80–90%.
Antena znajduje się w rezonansie tylko wówczas, kiedy jej długość odpowiada w przybliżeniu połówce długości promieniowanej fali (o przyczynach tego przybliżenia dowiemy się za chwilę) a więc teoretycznie tylko dla jednej częstotliwości pracy, a w praktyce dla bardzo wąskiego zakresu częstotliwości. Poza rezonansem długość fali jest albo większa od pasującej do wymiarów dipola (dipol jest za krótki), albo też mniejsza (dipol za długi). W przypadku anteny zbyt krótkiej (częstotliwości niższej od rezonansowej) impedancja wejściowa odpowiada szeregowemu połączeniu opornika i kondensatora – ma więc ona charakter pojemnościowy. Natomiast w przypadku anteny zbyt długiej (częstotliwości wyższej od rezonansowej) impedancja ma charakter indukcyjny i odpowiada szeregowemu połączeniu

oporności wejściowej i indukcyjności. W pewnym zakresie wokół częstotliwości rezonasowej oporność pozorna (reaktancja X) symbolizowana przez te elementy zastępcze przyjmuje niewielkie wartości i w małym stopniu przeszkadza w dopływie energii do anteny czyli mówiąc fachowo jeszcze nieznacznie psuje dopasowanie anteny. Zauważmy tutaj, że z połączenia oporności rzeczywistej i pozornej otrzymujemy wielkość zwaną impedancją i oznaczaną zwykle symbolem Z. Samą oporność rzeczywistą można, jak powyżej nazywać w skrócie opornością, ale w technice antenowej można też traktować ją jak przypadek szczególny impedancji dla X = 0 i posługiwać się także i tą nazwą.



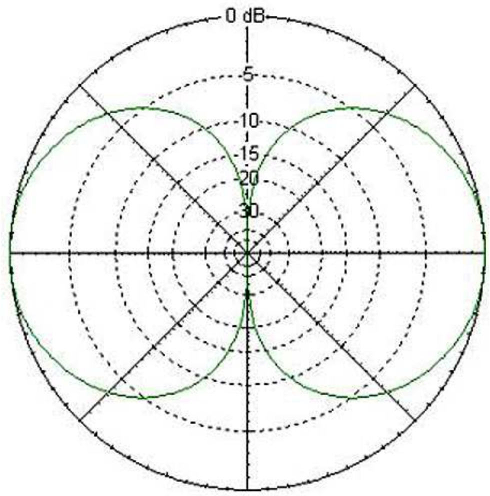
Rys. 4.2. Ogólny schemat zastępczy anten. Reaktancja X może mieć charakter pojemnościowy lub indukcyjny w zależności od stosunku częstotliwości pracy do rezonansu anteny. W rezonansie X przyjmuje wartość zerową



Rys. 4.3. Powstawanie fali stojącej w liniach zasilających. W sytuacji dopasowania amplituda fali jest równa *Udop*, natomiast w warunkach niedopasowania powstają maksima i minima amplitudy o wartościach odpowiednio *Umaks* i *Umin*. *Uróżn* jest różnicą amplitud *Umin* lub *Umaks* w stosunku do *Udop*. Sytuacja powtarza się co pół długości fali

Przypadkiem idealnym i jak najbardziej pożądanym jest osiągnięcie pełnego dopasowania anteny do linii zasilającej, przy którym cała dopływająca do anteny energia jest przez nią odbierana i wypromieniowywana w eter (oczywiście z uwzględnieniem sprawności). Przypadek ten występuje wówczas gdy impedancja wejściowa anteny Z_a jest równa impedancji linii zasilającej Z_0. W każdym innym (znacznie częściej występującym w rzeczywistości) przypadku mniejsza lub większa część energii ulega odbiciu

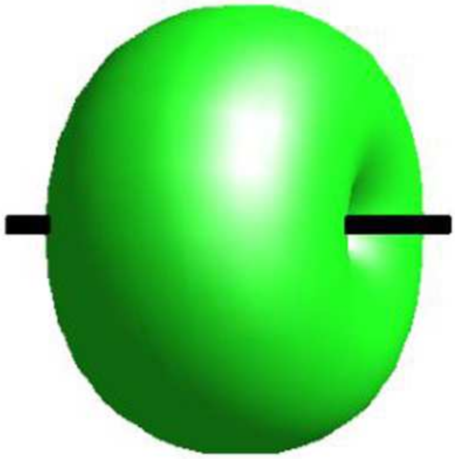
i wraca (z dodatkowymi stratami) linią zasilającą do nadajnika. Napięcia fali odbitej sumują się z uwzględnieniem faz z napięciami fali padającej powodując powstanie w pewnych miejscach linii wypadkowej fali o większej amplitudzie, a w innych – o mniejszej (rys. 4.3). Stosunek amplitudy maksymalnej do minimalnej U_{max}/U_{min} nazywany jest współczynnikiem fali stojącej – WFS (w literaturze anglojęzycznej oznaczany skrótem SWR, a w niemieckojęzycznej SWV). Współczynnik ten najłatwiej obliczyć z następujących wzorów:
Dla $Z_a > Z_0$ WFS = Z_a / Z_0, a dla $Z_a < Z_0$ WFS = Z_0 / Z_a. W stanie dopasowania $Z_a = Z_0$ jego wartość wynosi 1, a we wszystkich pozostałych sytuacjach przyjmuje on wartości od jedności do nieskończoności. Dla uproszczenia pomijamy tutaj wszystkie inne wzory i ich wyprowadzenia.
Nie warto jednak nadmiernie przeceniać znaczenia WFS ponieważ dla WFS = 1,6 odbiciu ulega ok. 5 % energii, dla 2 – około 11 % energii, a dla 3 – około 25 % (odpowiada to ok 1,25 dB czyli poniżej 1/4 stopnia S). Jak z tego wynika warunki niedopasowania dające WFS poniżej dwóch należy uznać za wystarczająco dobre.
Korzystając z podanego powyżej wzoru dla impedancji wejściowej dipola półfalowego równej ok. 73 Ω i dla koncentrycznej linii zasilającej o impedancji (oporności) falowej 50 Ω otrzymujemy WFS równy w zaokrągleniu 1,5.



Rys. 4.4. Charakterystyka promieniowania dipola półfalowego w płaszczyźnie poziomej. Jej maksima leżą w kierunku prostopadłym do anteny

Kolejnym ważnym parametrem wszelkich anten, a więc i dipolowych wśród nich, jest ich charakterystyka promieniowania. Żadna antena, poza wymyśloną do celów teoretyczno-obliczeniowych bezkierunkową anteną izotropową nie promieniuje fali elektromagnetycznej we wszystkich kierunkach z jednakową siłą. Wykreślając natężenie pola wokół anteny w płaszczyznach poziomej i pionowej otrzymuje się jej charakterystyki promieniowania. Na rys. 4.4 przedstawiona jest charakterystyka promieniowania dipola półfalowego w płaszczyźnie poziomej. Dla lepszego unaocznienia charakterystykę taką można wykreślić również trójwymiarowo (rys. 4.5). Charakterystyka przestrzenna wspomnianej już hipotetycznej anteny izotropowej miałaby kształt kuli, natomiast dla anteny dipolowej ma ona kształt zbliżony do obwarzanka lub wgniecionego pączka, przez którego środek w poprzek przechodzi antena. W warunkach rzeczywistych, nad odbijającą fale powierzchnią ziemi obwarzanek ten jest w pewnym stopniu zniekształcony ale dla dalszych rozważań pozostańmy na razie przy idealnym obwarzanku. Największe natężenie pola występuje w kierunku poprzecznym do anteny a właściwie w płaszczyźnie do niej poprzecznej, i maleje stopniowo prawie aż do zera w kierunku wzdłużnym do anteny.
Nierównomierny rozkład promieniowanej energii w przestrzeni powoduje, że natężenie pola w kierunkach maksymalnego promieniowana jest większe, aniżeli byłoby gdyby zamiast dipola zastosowano antenę izotropową. Dla dipola półfalowego pole to jest 1,64 raza silniejsze co odpowiada różnicy 2,15 dB.
Skupienie energii w pewnych uprzywilejowanych kierunkach daje więc pewien zysk – tzw. zysk kierunkowy anteny.

Najłatwiej unaocznić to sobie zaświecając w ciemnym pomieszczeniu żaróweczkę wyjętą z latarki (świeci ona wówczas w prawie wszystkich kierunkach), a następnie porównując jasność po włożeniu jej do latarki i oświetleniu latarką jakiegoś przedmiotu. Pomimo, że jest to ta sama żaróweczka i podłączona do tej samej baterii latarka oświetla wybrany przedmiot wyraźnie jaśniej właśnie dzięki skupieniu w jednym kierunku światła odbitego od jej refletora. Nie ma tutaj miejsca ani żadne dodatkowe wzmocnienie ani jakieś cudowne rozmnożenie energii. Pozostałe kierunki są przecież oświetlone wyraźnie słabiej.

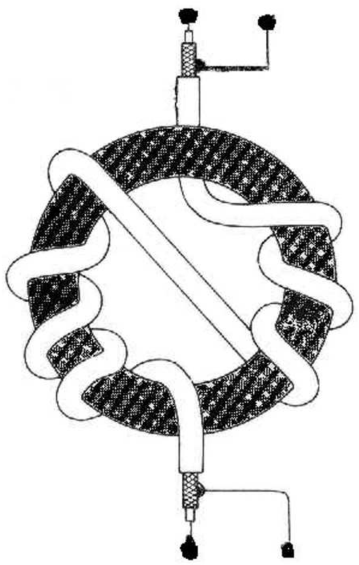


Rys. 4.5. Przestrzenna charakterystyka promieniowania dipola półfalowego w wolnej przestrzeni

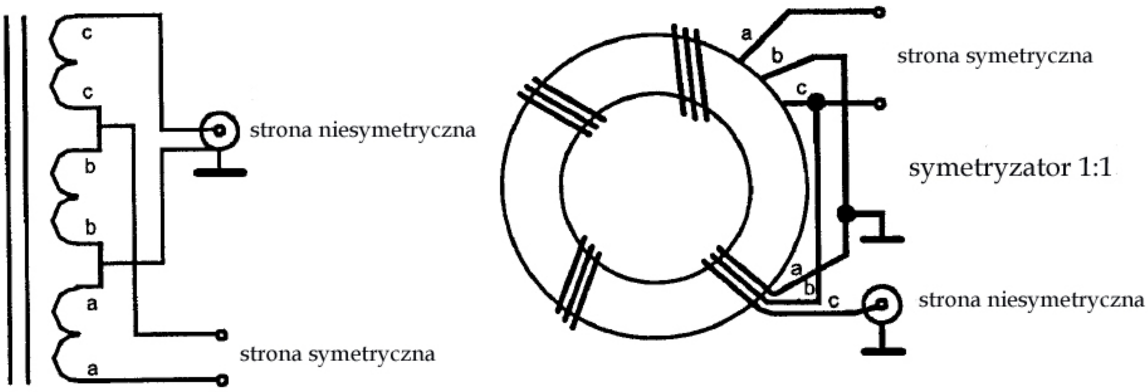
Zysk kierunkowy anteny jest liczbą względną wynikającą z porównania danej anteny z anteną odniesienia. Jako antena odniesienia służy często antena izotropowa, a zysk podawany jest w jednostkach dBi. Drugą z anten odniesienia jest właśnie dipol – a to ze względu na łatwość pomiarowego porównania anten. Ponieważ zysk kierunkowy dipola w stosunku do anteny izotropowej wynosi 2,15 dB więc tak zmierzony zysk antenowy – podawany zresztą dla odróżnienia w dBd – jest o tą właśnie wartość mniejszy. Nie jest to jednak żadnym mankamentem ponieważ sposób przeliczenia jest prosty i ogólnie znany.
Zysk antenowy awansuje często i niezasłużenie do najważniejszego kryterium oceny anten i dlatego producenci starają się podać jak największe wartości. Studiując ich opisy, zwłaszcza w ulotkach reklamowych warto zwrócić dokładniejszą uwagę na jednostki – czy jest to dBi czy dBd. Czasami dla osiągnięcia lepszych efektów zysk podawany jest po prostu w dB (bez dodatku), można wówczas być pewnym, że chodzi o dBi ponieważ obok może znaleźć się większa i skuteczniejsza reklamowo liczba.
Mechaniczna długość dipola jest w rzeczywistości nieco mniejsza od jego długości elektrycznej ponieważ fala elektromagnetyczna rozchodzi się wzdłuż przewodu z nieco mniejszą szybkością aniżeli w powietrzu i w próżni dlatego też przyjmuje się współczynnik skrócenia na około 0,96 – 0,98 dla przewodu nieizolowanego, a około 0,94 – 0,95 dla przewodu w izolacji z tworzyw sztucznych.
Jako praktyczny wzór na obliczanie całkowitej długości dipola przyjmuje się:
L [m] = 143 / f [MHz].
Ze względu na wpływ otoczenia na rezonans anteny najlepiej przyjąć długość o około 5% większą od obliczonej ponieważ zawsze łatwiej jest skracać długość przewodu aniżeli go przedłużać. Nadmiar przewodu na końcach najlepiej owinąć wokół ramion anteny jak to widać przykładowo na rys. 4.1 albo przymocować do nich zaciskami.
Dla łączności dalekosiężnych korzystne jest aby fala promieniowana była przez antenę pod możliwie małym kątem w stosunku do powierzchni ziemi i dzięki temu odbijała się od jonosfery w możliwie jak największej odległości. Dla łączności na bliższe odległości korzystniejszy jest natomiast większy kąt w stosunku do powierzchni ziemi, a dla łączności za pomocą fali skierowanej prawie pionowo (na odległości 200 – 300 km w dzień w paśmie 40 m lub 60 m, a w nocy w paśmie 80 m) wymagane jest promieniowanie fali w górę. Szczęśliwie charakterystyka promieniowania dipola pozwala na korzystanie ze wszystkich tych możliwości, a więc jest on anteną dość uniwersalną.

O konstrukcjach ogólnie

Przed przystapieniem do praktycznej konstrukcji analizujemy w dalszym ciągu najważniejsze parametry anteny dipolowej i różne aspekty związane z jej pracą.
Większość amatorskich pasm krótkofalowych jest na tyle wąska (patrz tabela 4.1), że po zestrojeniu anteny na ich środek niedopasowania na krańcach pasm nie mają jeszcze większego znaczenia. Korekty mogą być konieczne głównie w pasmach 160, 80 i 10 m.



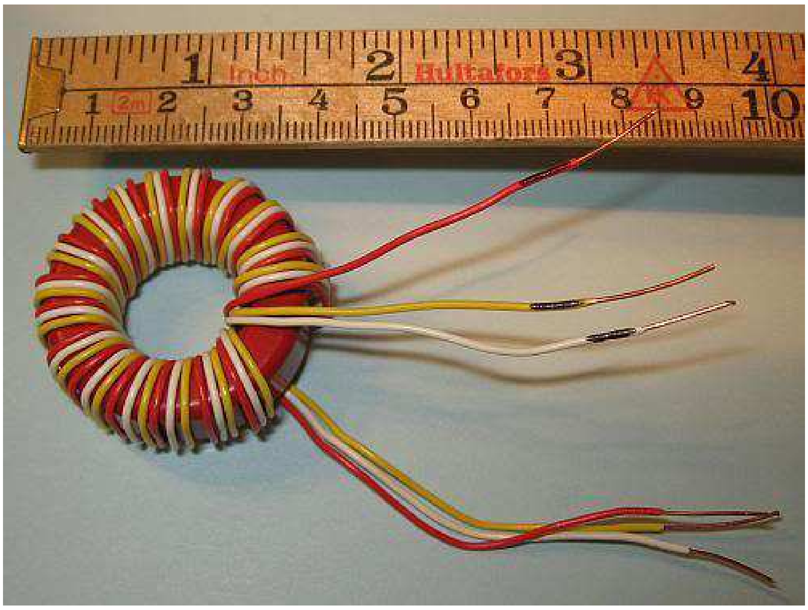
Rys. 4.6. Sposób nawinięcia kabla na rdzeniu pierścieniowym



Rys. 4.7. Schemat i sposób wykonania symetryzatora na rdzeniu pierścieniowym

Zasadniczo obwody korygujące niedopasowanie anteny (obwody dopasowujące, zwane też gwarowo skrzynką antenową) powinny znajdować przy samej antenie, tak żeby antena była podłączona do ich jednej pary zacisków a kabel zasilający do drugiej. Obciążałyby one jednak swoim ciężarem antenę, a poza tym ich ręczne przestrajanie nie byłoby możliwe. Zamiast obwodów strojonych ręcznie można użyć automatycznej skrzynki antenowej i w niektórych rodzajach i konstrukcjach (np. tam gdzie punkt zasilania jest umieszczony na maszcie jak w antenie „odwrócone V”) rozwiązanie takie jest rzeczywiście stosowane. Przeważnie, zwłaszcza w przypadku anten rozciągniętych pomiędzy dwoma punktami zamocowania j. np. dipoli stosowane jest rozwiązanie mniej eleganckie technicznie ale za to praktyczniejsze. Obwody dopasowujące znajdują się elektrycznie rzecz biorąc tuż przy radiostacji i korygują całościowe niedopasowanie anteny wraz z kablem czyli kompletnego systemu antenowego. Skrzynki takie są często wbudowane do radiostacji i w wielu przypadkach pracują automatycznie odciążając od tego operatora stacji ale wiele tańszych modeli wymaga ich oddzielnego zakupienia. Warto jednak

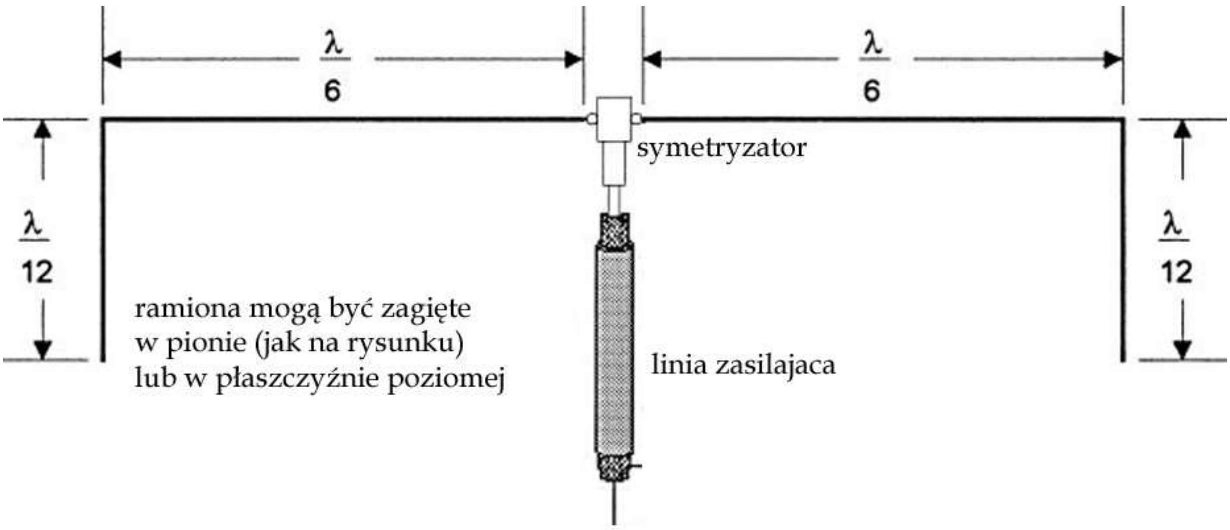
pamiętać, że zasadniczo zabezpieczają one wzmacniacze mocy przed szkodliwymi dla nich sytuacjami niedopasowania i zapobiegają automatycznemu obniżeniu mocy wyjściowej w takich sytuacjach.



Rys. 4.8. Symetryzator nawinięty na rdzeniu T-200 składa się z uzwojenia 3 x 18 zwojów połączonego jak na rys. 4.7

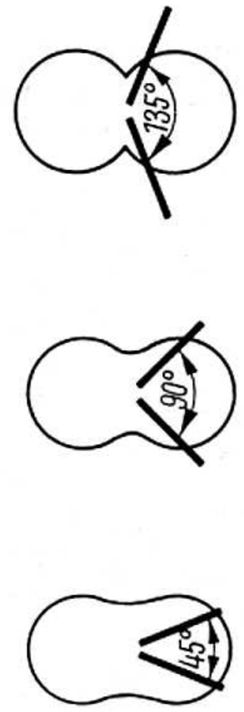
Niedopasowanie dipola do 50-omowej linii zasilajacej jest stosunkwo nieduże – obliczyliśmy już, że współczynnik fali stojącej wynosi tylko ok. 1,5. Sytuację komplikuje jednak fakt, że impedancja anteny w przypadku niedopasowania ulega transformacji wzdłuż kabla (zjawisko to omówimy szczegółowo w jednym z następnych odcinków) a więc zależnie od jego długości na końcu po stronie nadajnika może być widoczna impedancja nawet znacznie większa lub mniejsza powodująca, że WFS osiągnie wartości nie do przyjęcia i skrzynka antenowa radiostacji też nie poradzi sobie z tą sytuacją. Szczęśliwie wiemy, że odcinek linii o długości połowy fali nie transformuje impedancji a więc na jego końcu widoczna będzie impedancja wejściowa dipola (patrz rys. 4.3). Odcinek kabla pomiędzy radiostacją i anteną powinien mieć więc długość równą dowolnej wielokrotności połówki fali. Obliczenie fizycznej długości kabla wymaga uwzględnienia jego współczynnika skrócenia (podobnie jak w przypadku długości samej anteny). Współczynniki skrócenia dla kabli z litą izolacją polietylenową (np. popularne RG-213, RG-58) wynoszą 0,66, a dla często używanego kabla Aircell 7 z izolacją piankową – 0,83. Współczynniki skrócenia dla wszystkich typów kabli są podawane w ich danych technicznych.
Dla pasma 80 m taka linia zasilająca wykonana z kabla RG-213 powinna mieć więc długość równą 27,12 m, w przypadku kabla Aircell 7 – 34,1 m a dla pasma 40 m odpowiednio – 14 lub 17, 5 m (lub oczywiście ich wielokrotności). Nadmiar kabla można zwinąć gdzieś w dogodnym miejscu. Oczywiście i w tym przypadku na krańcach pasm sytuacja pogarsza się, ale nie na tyle aby nie było możliwe skorygowanie dopasowania za pomocą skrzynki antenowej przy radiostacji.
O ile z obwodu dopasowującego przy antenie jak widać można zrezygnować o tyle nie powinno się rezygnować z symetryzatora (od angielskiej nazwy „balanced-unbalanced” pochodzi gwarowa nazwa „balun”). Do zasilania anten stosowane są od dawna przeważnie kable koncentryczne. Ich zaletą jest fakt, że jego przewód środkowy jest otoczony ekranem dzięki czemu energia wielkiej częstotliwości (w.cz.) rozchodzi się wewnątrz kabla co znacznie zmniejsza niebezpieczeństwo rozchodzenia się zakłóceń. W odróżnieniu od symetrycznej konstrukcji dipola jest on jednak kablem niesymetrycznym i bezpośrednie zasilanie nim anteny dipolowej niesie ze sobą niebezpieczeństwo niepożądanego promieniowania (któremu właśnie użycie kabla koncentrycznego miało zapobiegać). W wyniku bezpośredniego połączenia kabla z anteną zaczynają mianowicie po zewnętrznej stronie ekranu, czyli tam gdzie ich nie powinno być, płynąć prądy w.cz. (wielkiej częstotliwości). Prądy te można wyeliminować za pomocą dławików. Najprostsza konstrukcja dławika polega na nałożeniu na kabel kilku lub więcej ferrytowych rdzeni pierścieniowych o odpowiedniej średnicy i umocowania ich w jakiś sposób np. klejem. Cieńsze kable można także przewinąć przez rdzeń ferrytowy o dużej średnicy. W dławiku z rys.

4.6 kabel RG-58 jest nawinięty na rdzeniu FT140-43 (o średnicy 36 mm) tak aby powstały 2 x po 4,5 zwoja. Dławik taki może być stosowany przy mocach do 100 W. Dla większych mocy należy użyć rdzenia o większym przekroju poprzecznym i co z tego wynika również o większej średnicy. Przykładowo rdzeń FT240-43 (o średnicy 61 mm) może pracować przy mocach do 1 kW, ale również przy mniejszych mocach jest on korzystny ponieważ ułatwia przewleczenie kabli także i trochę większej średnicy. Dławik wykonany przykładowo z kabla o średnicy 5 mm można zresztą połączyć z linią o większej średnicy j.np. kabla RG-213.
Znacznie lepszym technicznie rozwiązaniem jest skorzystanie z symetryzatora. Jeden z możliwych schematów i sposobów wykonania przedstawiono na rys. 4.7. Jest to autotransformator czyli transformator złożony z jednego uzwojenia z odczepami. Do gniazda podłączony jest kabel koncentryczny, a do zacisków symetryczny dipol. Transformator składa się z uzwojenia nawiniętego tryfilarnie (z trzech równoległych przewodów) na rdzeniu pierścieniowym i ma przekładnię 1 : 1. Symetryzatory takie są produkowane fabrycznie i wchodzą też w skład fabrycznych anten dipolowych.



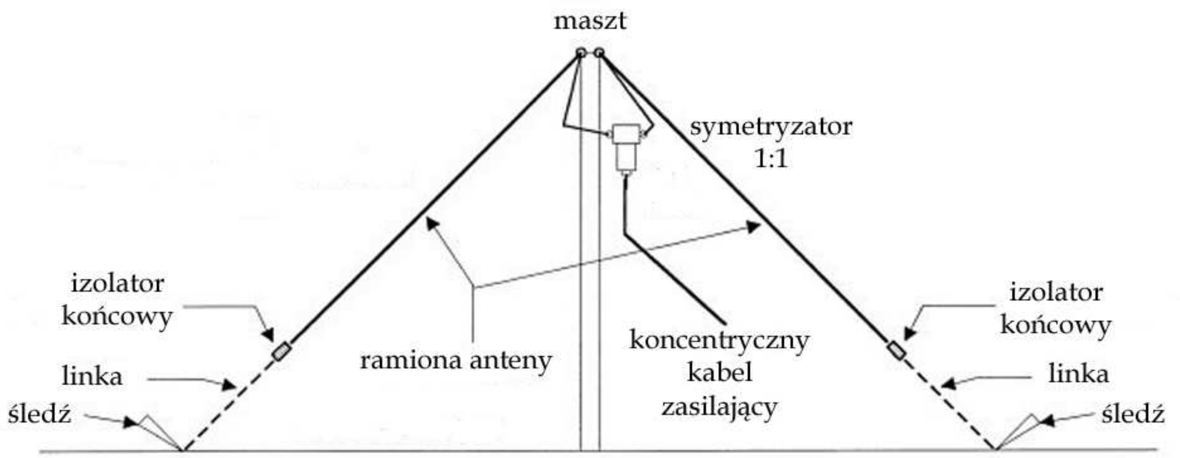
Rys. 4.9. Antena dipolowa z załamanymi ramionami. Długość i kierunek załamań zależą od stojącego do dyspozycji miejsca

W większości przypadków dipol jest rozpięty w linii prostej, ale w sytuacji gdy nie starcza na to miejsca można końce ramion zagiąć w płaszczyźnie poziomej lub pionowej pod kątem prostym (rys. 4.9) lub do niego zblizonym. Zagięcie końcowych 20% lub nawet do 50% nie zmienia w sposób znaczący charakterystyki promieniowania a pozwala na lepsze wykorzystanie dostępnego miejsca.
Warunki dopasowania na złączu dipola z kablem zasilającym można znacząco poprawić rozwieszając jego ramiona pod kątem rozwartym około 110 – 120 stopni w kształcie poziomej litery V (rys. 4.10) lub w postaci pionowego odwróconego V przy tym samym kącie (w pionie) między ramionami (rys. 4.11). Impedancja wejściowa dipola zbliża się w obu wykonaniach do 50 Ω. Oznacza to, że impedancja wejściowa kabla widziana przez nadajnik jest również bliska 50 Ω niezależnie od jego długości i łatwa do ostatecznego dopasowania. Ze względu na to, że napięcia na końcach dipola mogą przy mocy 100 W osiągać niebezpieczne wartości dochodzące do 2 kV dolne końce anteny „odwrócone V" muszą znajdować się na dostatecznie dużej wysokości aby umiemożliwić ich dotknięcie przez osoby znajdujące się przypadkowo w pobliżu.
Dla anteny w kształcie poziomego V charakterystyka promieniowania ulega zmianie w stosunku do prostoliniowej o tyle, że minima są znacznie słabsze, w związku z czym antena może być używania do łączności praktycznie we wszystkich kierunkach (rys. 4.10) chociaż z niejednakową skutecznością.



Rys. 4.10. Wpływ kąta rozwarcia na charakterystykę promieniowania dipola półfalowego w kształcie poziomej litery V. Przedstawiona jest charakterystyka promieniowania w płaszczyźnie poziomej. Umożliwia ona łączności praktycznie we wszystkich kierunkach

Anteny dipolowe wraz z symetryzatorami i izolatorami w cenach od ok. 200 do ok. 400 złotych (zależnie od pasma i zużytego na nie materiału) oraz akcesoria takie jak izolatory, symetryzatory, drobny materiał montażowy itd. można znaleźć w ofercie wielu sklepów krótkofalarskich.
Wybór pasma przed zakupem anteny ułatwi tabela 4.2.
Dalszą nie wspomnianą dotąd zaletą anten dipolowych jest to, że ich konstrukcja nie rzuca się do tego stopnia w oczy jak inne bardziej rozbudowane anteny krótkofalarskie.



Rys. 4.11. Konstrukcja anteny „odwrócone V"

Tabela 4.1. Długości dipoli jednopasmowych dla pasm amatorskich

Pasmo [m]	Względna szerokość pasma [%]	Długość dipola [m]	Orientacyjna korekta długości na 100 kHz [cm]
160	10,5	83,33	219,0
80	8,2	42,86	59,5
40	2,9	21,43	15,0
30	0,5	14,40	7,0
20	2,5	10,71	3,5
17	0,6	8,33	2,0
15	2,2	7,14	1,5
12	0,4	6,03	1,2
10	5,9	5,36	1,0
6	4,0	3,00	0,6

Tabela 4.2. Orientacja w wyborze pasm pracy

Pasmo [m]	Komentarz
80	W dzień łączności regionalne, w nocy krajowe i z krajami sąsiadującymi, dozwolone wszystkie emisje – w odpowiednich wycinkach pasma
40	W dzień łączności krajowe i z krajami sąsiednimi, w nocy kontynentalne, dozwolone wszystkie emisje – w odpowiednich wycinkach pasma, antena może być używana także w DX-owym paśmie 15 m
30	Pasmo czynne przeważnie w dzień i w nocy, w dzień łączności kontynentalne, w nocy dalsze. Dozwolona tylko telegrafia i emisje cyfrowe
20	W dzień i wczesnymi wieczorami łączności DX-owe, dozwolone wszystkie emisje – w odpowiednich wycinkach pasma

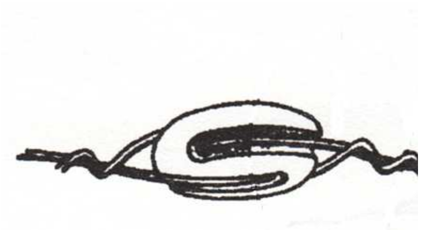


Rys. 4.12. Przykład fabrycznej anteny dipolowej

Konstrukcja anteny dipolowej

Podstawowym produktem niezbędnym do budowy anten jest linka antenowa. Dla anten krótszych, do 40 m długości, a zwłaszcza prowizorycznych (do pracy plenerowej itp.) wystarczy wprawdzie lica od instalacji elektrycznych o przekroju 1,5 mm^2 lub zbliżonym ale do instalacji stałych przewidzianych na lata używania lepiej użyć specjalnej linki antenowej. Przewód instalacyjny wykonany z miękkiej miedzi rozciaga się stopniowo pod własnym ciężarem co oznacza nie tylko nadmierny zwis anteny po upływie pewnego czasu ale także przesunięcie jej rezonansu, w niekorzystnym przypadku nawet poza dolną granicę pasma.

Znacznie praktyczniejszym rozwiązaniem są wspomniane już specjalne linki antenowe występujące w różnych wykonaniach. Wśród spotykanych na rynku wariantów są przewody lub lice z wytrzymalszego mechanicznie brązu, ze stali pokrytej warstwą miedzi, z ciągnionej twardej miedzi w izolacji polietylenowej, z przewodów miedzianych przeplatanych z cienkimi linkami z tworzywa sztucznego, oraz lice stalowe lub przewody oplecione licą miedzianą. W większości przypadków są one pokryte izolacją polietylenową, PCV albo ETFE (tab. 4.3). Orientacyjne ceny takich przewodów wynoszą od ok. 2 do ok. 5 zł/m.



Rys. 4.13. Prawidłowy sposób montażu izolatorów jajowych

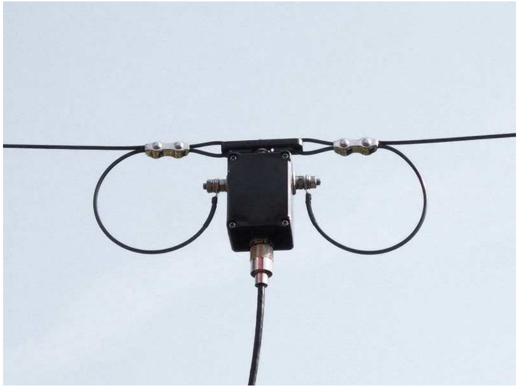


Rys. 4.14. Izolatory końcowe o różnych kształtach

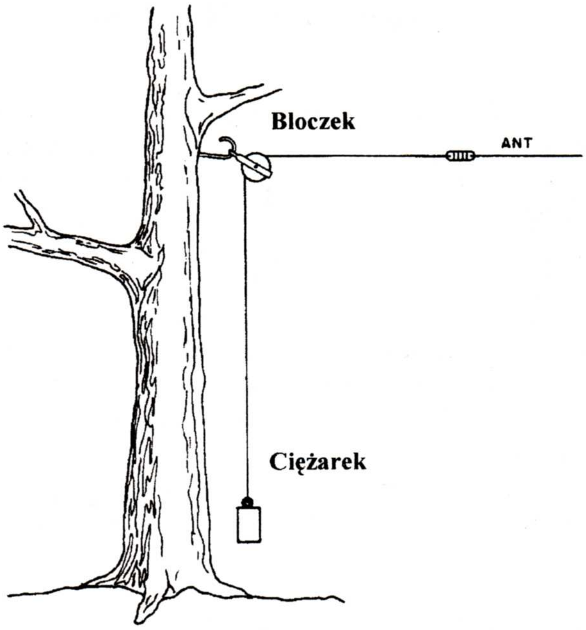


Rys. 4.15. Różne rozwiązania izolatorów środkowych. Po prawej stronie u góry symetryzator z dodatkowymi uchwytami dla ramion dipola

Linki z brązu są obecnie rzadko spotykane w handlu i najczęściej można się w nie zaopatrzyć na giełdach krótkofalarskich itp. Przewody aluminiowe nie są natomiast dobrym rozwiąznaiem mimo dobrej przewodności i lekkości materiału ponieważ łatwo się łamią. W ostateczności można ich użyć do jednorazowych konstrukcji. Dodatkowym minusem przewodów instalacyjnych jest to, że izolacja w której się znajdują nie jest odporna na wpływy środowiska zewnętrznego a zwłaszcza promieniowania ultrafioletowego i stosunkowo szybko ulega zniszczeniu.
Zewnętrzne końce anteny są połączone mechanicznie z linkami odciągowymi za pośrednictwem izolatorów. Klasycznym typem izolatorów są znane od wielu dziesięcioleci izolatory jajowe. Prawidłowy sposób montażu izolatora pokazano na rysunku 1 Pętla linki antenowej i pętla odciągu przechodzą przez siebie dzięki czemu izolator pracuje na ściskanie a nie na rozciąganie co zwiększa jego wytrzymałość a poza tym nawet w przypadku jego pęknięcia antena pozostaje dalej zawieszona. Oprócz izolatorów jajowych stosowane są izolatory podłużne o różnych kształtach (rys. 4.14). Środkowe końce ramion najlepiej jest umocować na specjalnym izolatorze środkowym (przykłady na rys. 4.15). Do tego samego izolatora przymocowany jest symetryzator a połączenia zacisków symetryzatora z ramionami anteny mają kształty luźnych pętli tak aby siły naciągu ramion nie działały na obudowę symetryzatora i nie mogły spowodować jej uszkodzenia (rys. 4.16).



Rys. 4.16. Izolator środkowy z podwieszonym pod nim symetryzatorem. Ramiona dipola są połączone z nim za pomocą pętli odciążających



Rys. 4.17. Zawieszenie końca anteny z użyciem bloczka. Rysunek pochodzi z broszury „Anteny KF” autorstwa SP9HWN

Linka odciągowa po jednej stronie dipola może być zamocowana na stałe do drzewa, masztu, ściany lub innego nadającego się do tego celu obiektu. Po drugiej stronie należy natomiast użyć bloczka i obciążyć linkę ciężarkiem (rys. 4.17). Zapobiega to zerwaniu anteny wskutek odchyłek masztu albo drzewa od wpływem wiatru i wskutek szarpania anteny przez wiatr.
Jako linie zasilające stosowane są w większości kable koncentryczne ale w niektórych konstrukcjach przynajmniej część połączenia stanowi symetryczna linia drabinkowa. Zaletą kabli koncentrycznych jest ekranowanie przewodu środkowego dzięki czemu przy prawidłowo wykonanej instalacji i dostatecznie dobrym dopasowaniu anteny ryzyko wystąpienia zakłóceń jest minimalne. Zaletą linii drabinkowej są natomiast wyraźnie mniejsze straty energii dzięki przewadze izolacji powietrznej, a w niektórych konstrukcjach ułatwia ona dopasowanie anteny. Pozostańmy jednak przy rozwiązaniu klasycznym – zasilaniu anteny kablem koncentrycznym przekładając zastosowanie linii drabinkowych na później.
Standardem w instalacjach antenowych jest od dawna użycie kabli o impedancji falowych 50 Ω. Do najczęściej spotykanych typów kabli w instalacjach amatorskich należy RG-213. Jest on dosyć wytrzymały mechanicznie, ma średnicę 10 mm, charakteryzuje się niskim tłumieniem pozwalającym na użycie go w zakresie krótkofalowym a także w pasmach 2 m i 70 cm. Na krótszych odcinkach lub w instalacjach mniej narażonych na naprężenia mechaniczne stosowany jest też 5-milimetrowy RG-58. Różnica tłumienia w zakresie KF i dla krótkich odcinków jest praktycznie pomijalna. Nowszym, lżejszym i o nieco mniejszym tłumieniu aniżeli RG-213 jest 7-milimetrowy Aircell-7. Mniejsze tłumienie osiągnięto dzięki zastosowaniu izolatora piankowego a więc o pewnej zawartości powietrza. Jest ono izolatorem o najniższych stratach i dlatego izolatory piankowe jub zawierające komory powietrzne j.np. Aircom Plus zawsze będą miały mniejsze straty aniżeli kable z litym izolatorem z tworzyw sztucznych. Różnica ta jest szczególnie zauważalna przy wyższych częstotliwościach – od pasma 70 cm wzwyż. Wybierając kabel warto także pamiętać, że kable markowe mają przeważnie lepsze parametry niż najtańsze. W wyniku oszczędności tanie kable mają przeważnie mizerny ekran z rzadkiej plecionki nie zapewniający wymaganego tłumienia zakłóceń. Najtańsze kable mają też przeważnie izolację mniej odporną na promieniowanie ultrafioletowe dlatego też nie opłaca się oszczędzać przy ich zakupie.
W skład instalacji antenowej powinien wchodzić odgromnik, przykładowo taki jak przedstawiony na ilustracji 4.18. Jego zacisk uziemiający powiniem być połączony z instalacją odgromową budynku lub z własnym uziemiaczem. Nie powinien być natomiast połączony z instalacją wodną, ciepłowniczą ani tym bardziej gazową.



Fot. 4.18. Przykładowe rozwiązanie odgromnika.
Z przodu widoczny zacisk uziemenia

Tabela 4.3. Linki antenowe niemieckiej firmy DX-Wire

Typ linki	Przewód	Przekrój [mm²]	Średnica [mm]	Izolacja	Masa [g/m]	Uwagi
DX-Wire B	stal pokryta miedzią, goła	0,7	0,95	bez	6,0	lity przewód, niska cena
DX-Wire FL	twarda miedź 19 x 0,25 mm, goła	1	2,00	czarny polietylen	10,5	lekka, giętka, do pracy terenowej
DX-Wire F	twarda miedź 7 x 0,5 mm, cynowana	1,5	2,30	czarny polietylen	15,5	sztywniejsza, do konstrukcji stałych
DX-Wire HP	twarda miedź 50 x 0,25 mm, goła	2,5	3,30	czarny polietylen	26,0	dla dużych mocy nadawania
DX-Wire UL	miedź 6 x 0,25 mm, przeplatana z włóknem aramidowym	aramid i 0,3 miedź	1,50	czarny polietylen	4,0	bardzo lekka
DX-Wire HDL	stal V4A 19 x 0,3 mm, oplot miedź 80 x 0,1 mm, cynowana	1,34 stal szlachetna i 0,63 miedź	3,00	czarny polietylen	21,0	wytrzymała, do użytku w trudnych warunkach
D-Wire Premium	stal V4A 19 x 0,2 mm, oplot miedź 18 x 0,2 mm, posrebrzona	0,6 stal i 0,57 miedź	2,00	szary PTFE (FEP)	13,0	szczególnie odporna na wpływy środowiska

Tabela 4.4. Najważniejsze parametry wybranych 50-omowych kabli koncentrycznych

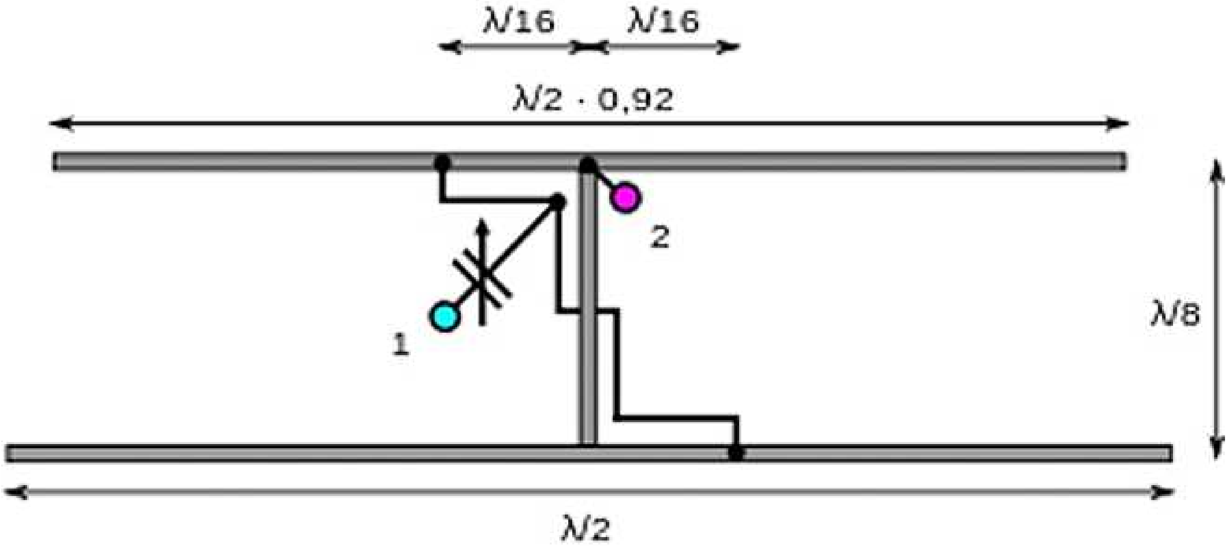
Typ kabla	Średnica kabla [mm]	Średnica przewodu środkowego	Rodzaj przewodu środkowego	Tłumienie [dB] na 100 m	Współczynnik skrócenia	Pojemność własna [pF/m]
RG-58/CU	4,95	0,94	lica 19 x 0,18	8,1 (dla 30 MHz)	0,66	101
Aircell 5	5,0	1,05	przewód	5,1 (dla 30 MHz)	0,82	82
H155	5,4	1,41	lica 19 x 0,28	5,0 (dla 30 MHz)	0,81	82
Aircell 7	7,3	1,85	lica 19 x 0,37	3,7 (dla 30 MHz)	0,83	75
H2007	7,3	1,85	lica 19 x 0,37	2,6 (dla 30 MHz)	0,83	75
Ecoflex 10	10,2	2,85	lica 7 x 1	4,0 (dla 100 MHz)	0,85	78
RG-213/U	10,3	2,25	lica 7 x 0,75	3,8 (dla 30 MHz)	0,66	101
Aircom+	10,8	2,70	przewód	3,3 (dla 100 MHz)	0,85	81
Ecoflex 15	14,6	4,5	lica 7 x 1,55	1,4 (dla 28 MHz)	0,86	78

Uwagi: Tłumienie kabla Ecoflex 10 dla 30 MHz obliczone z interpolacji ok. 2,0, dla Ecoflex 15 – ok. 1,4.

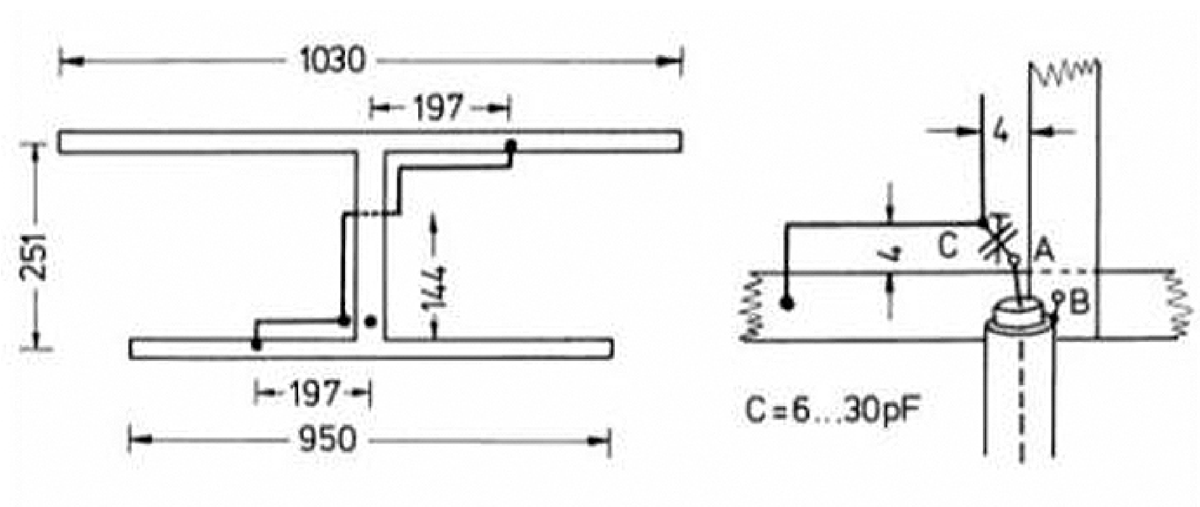
5. Antena HB9CV

W zakresach UKF najczęściej spotykanymi antenami są mniej lub bardziej rozbudowane anteny Yagi. Zależnie od liczby elementów osiągane są nawet znaczne zyski kierunkowe ale i wymiary anten szybko rosną. Anteny o silnej kierunkowości muszą być z konieczności obracane za pomocą obrotnicy.
W warunkach terenowych, letnich wyjazdów albo w sytuacji gdy lepiej nie zwracać na siebie uwagi przydają się anteny o mniejszych rozmiarach.

Jedną z nich jest antena konstrukcji szwajcarskiego krótkofalowca Rudolfa Baumgartnera HB9CV. Antena (rys. 5.1) składa się z dwóch elementów i z wyglądu przypomina zwykłą antenę Yagi. O ile jednak w antenach Yagi zasilany jest tylko jeden element – wibrator – a dodatkowy zysk kierunkowy osiąga się dzięki odpowiedniej liczbie elementów biernych, reflektora i direktorów, o tyle w antenie HB9CV zasilane są jej oba elementy. Właściwie ponieważ pierwszy z elementów jest krótszy od półfalowego wibratora można go uznać za aktywny direktor. Przy takim ujęciu antena składa się z aktywnego (zasilanego) direktora i reflektora.



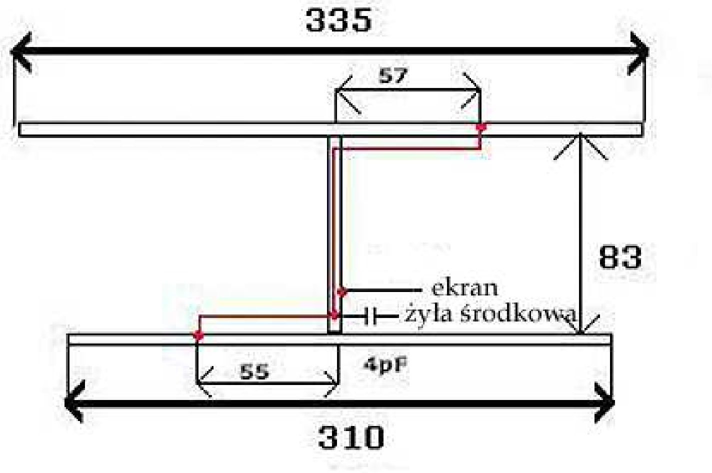
Rys. 5.1. Zasada konstrukcji anteny HB9CV. Kabel zasilający jest podłączony do punktów 1 i 2



Rys. 5.2. HB9CV na pasmo 2 m

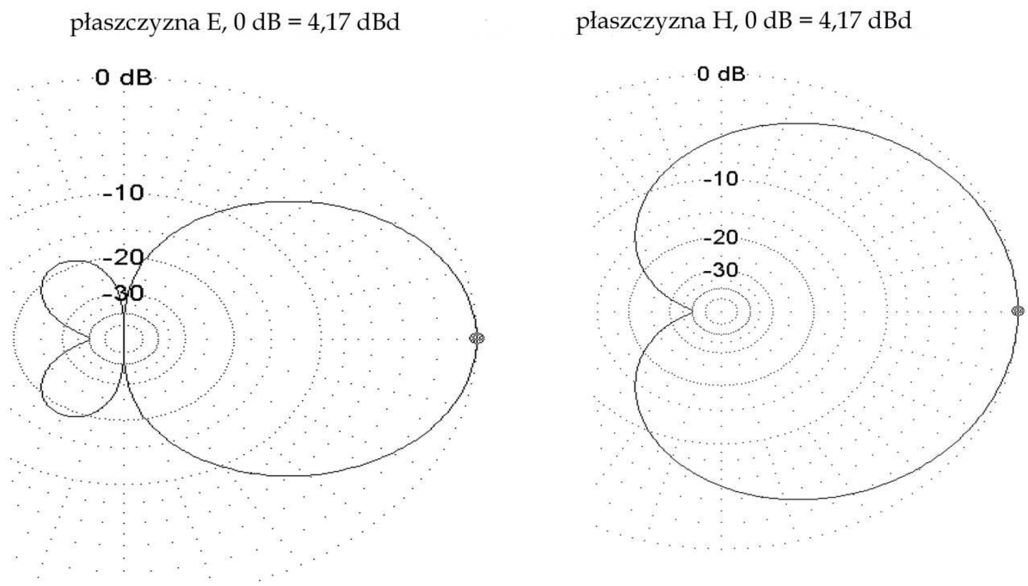
Dzięki zasilaniu obu elementów przy stosunkowo niewielkich wymiarach osiągany jest zysk 4 – 5 dBd. Ułatwia to, nawet przy dyskretnym umieszczeniu anteny na balkonie albo w oknie, pracę przez przemienniki położone w trochę większej odległości, a z dogodnych miejsc w terenie prowadzenie łącz-

ności na dystanse 100 i więcej km (w zależności oczywiście również i od mocy nadajnika). Klasyczna antena Yagi o zbliżonym zysku miałaby około dwukrotnie większą długość. Dogodne wymiary umożliwiają także zastosowanie anten HB9CV w amatorskiej radiopelengacji zwanej potocznie łowami na lisa.



Rys. 5.3. HB9CV na pasmo 70 cm

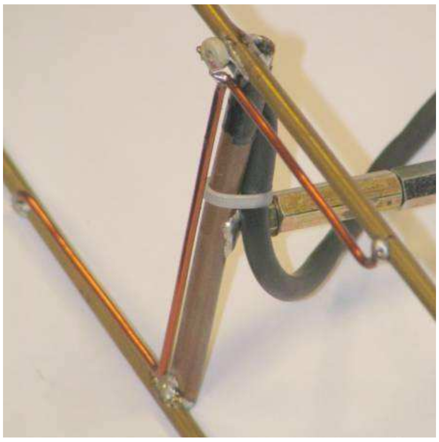
W tym miejscu należy przyjrzeć się sprawie szczególnie istotnej na pasmach UKF, a mianowicie polaryzacji promieniowanej fali i związanej z tym polaryzacji anteny. Pod pojęciem polaryzacji rozumiany jest kierunek składowej elektrycznej fali w przestrzeni. Jest on zgodny z kierunkiem umieszczenia elementu promieniującego anteny. Kierunek składowej magnetycznej fali jest obrócony o 90 stopni – czyli pod kątem prostym – w stosunku do tak przyjętego kierunku polaryzacji.
O ile na falach krótkich sprawa polaryzacji fali mało istotna ponieważ fala odbita od jonosfery ma trudną do przewidzenia, zmienną i właściwie bliżej nieokreśloną polaryzację zwłaszcza, że niektóre konstrukcje anten zawierają zarówno pionowe jak i poziome elementy promieniujące, o tyle na falach ultrakrótkich polaryzacja fali jest łatwa do ustalenia, a niezgodności polaryzacji anten powodują dodatkowe straty mogące nawet całkowicie uniemożliwić łączność.



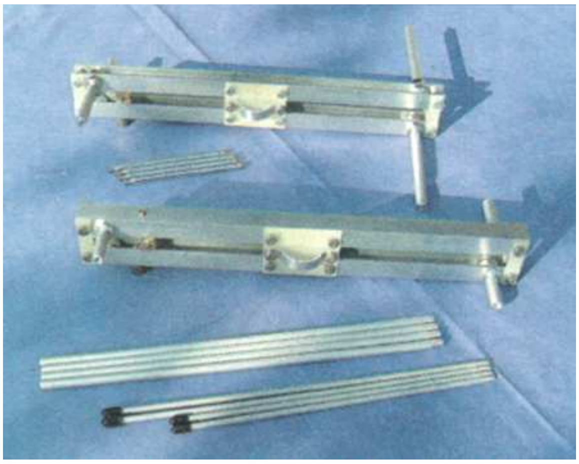
Rys. 5.4. Orientacyjne charakterystyki promieniowania anteny HB9CV

Przyjęło się, że do łączności FM na trasach bezpośrednich i przez przemienniki stosowana jest polaryzacja pionowa, co ułatwia stosowanie anten o charakterystyce dookólnej, natomiast w łącznościach SSB i telegraficznych stosowana jest polaryzacja pozioma. Upraszcza to z kolei konstruowanie anten kierunkowych niezbędnych w łącznościach na dalsze odległości.

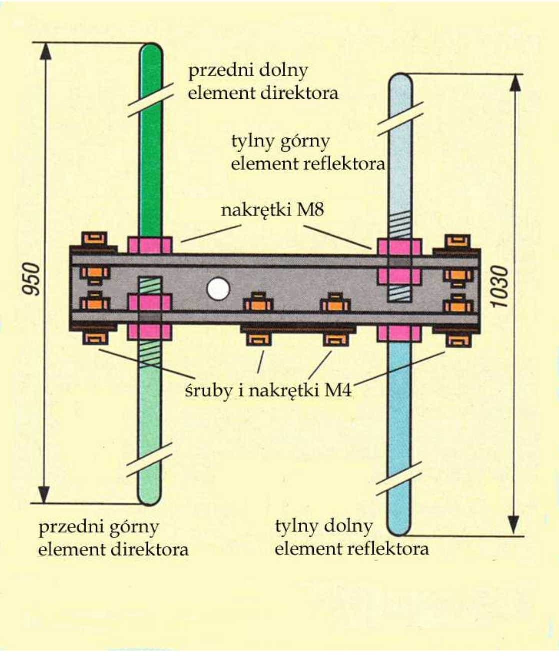
Antena składa się z dwóch elementów umieszczonych na nośniku w odległości 0,125 długości fali. Zasilanie jest doprowadzone od strony direktora, przy czym dla kompensacji składowej indukcyjnej impedancji wejściowej użyty jest trymer szeregowy o niewielkiej pojemności – od kilku do kilkunastu pF. Oba elementy są połączone ze sobą za pomocą przewodu połączonego z nimi w odległościach 1/16 długości fali od nośnika, przy czym dla odwrócenia fazy jest on połączony z reflektorem po przeciwnej stronie nośnika aniżeli z direktorem (rys. 5.1) co daje odwrócenie fazy o 180 stopni. Przewód zasilający reflektor ma ze względu na stabilność mechaniczną średnicę 1,5 – 2 mm lub trochę większą i jest poprowadzony w odległości kilku mm od elementów anteny i od nośnika. Zarówno średnica przewodu jak i odległość nie są krytyczne, nieistotne jest też czy zostanie użyty przewód izolowany czy też nie.
W miejsce przewodu w niektórych konstrukcjach stosowany jest płaskownik. Przewód przebiega równolegle do elementów anteny i jej nośnika, nie można go poprowadzić poprostu na skos.
Długości elementów dla anten o typowym zysku ok. 4,2 dBd obliczane są ze wzorów:
Direktor: l [m] = 139/f [MHz] – co odpowiada ok. 0,92 długości połowy fali,
Reflektor: l [m] = 150/f [MHz] – co odpowiada długości połówki fali.
W literaturze spotykane są także wzory o współczynnikach nieco różniących się od powyższych. Wymiary anten na pasma 2 m i 70 cm podano na rys. 5.2 i 5.3.



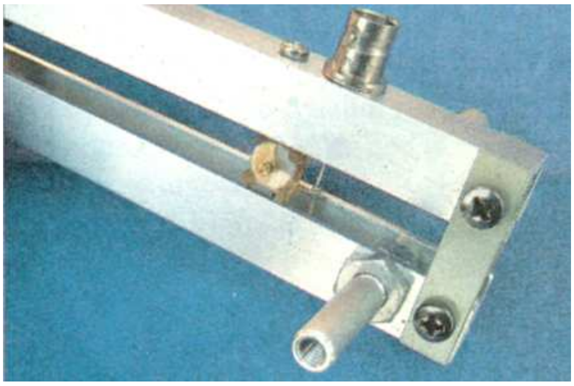
Rys. 5.5. Przykład wykonania anteny na pasmo 70 cm z rurek miedzianych lub mosiężnych. Wymiary jak na rys. 5.3. Konstruktor F4EZC



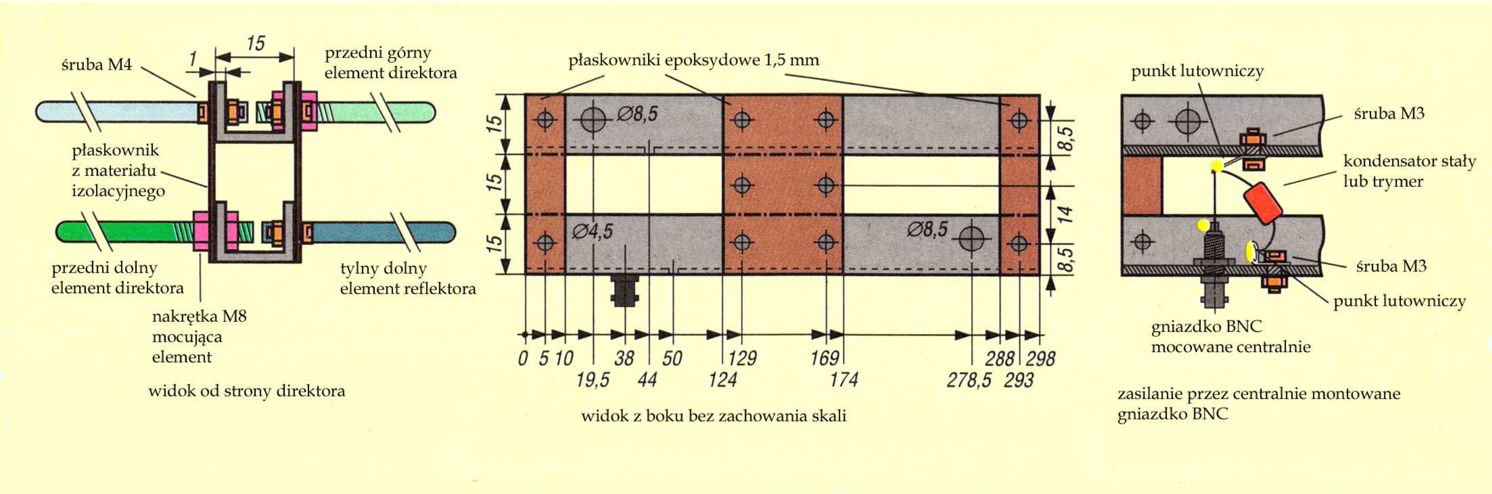
Rys. 5.6. Antena na pasmo 2 m w wykonaniu opartym na konstrukcjach profesjonalnych



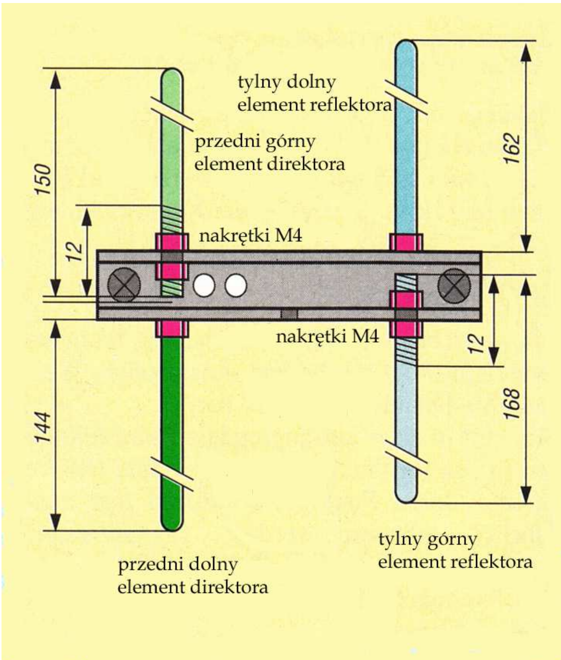
Rys. 5.7. Wymiary anteny na pasmo 2 m, widok z góry



Rys. 5.9. Sposób umocowania gniazda BNC i trymera równoległego

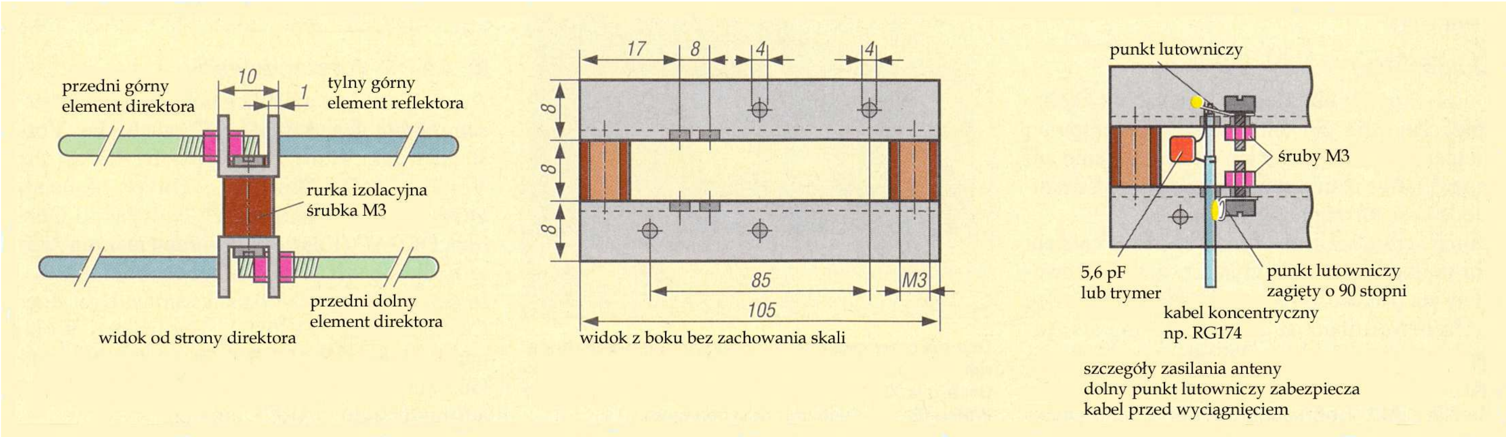


Rys. 5.8. Szczegóły konstrukcyjne anteny na pasmo 2 m



Rys. 5.10. Wymiary anteny na pasmo 70 cm, widok z góry

Jako kondenstaror szeregowy w pierwszej fazie stosowany jest trymer (dla pasm 144 i 430 MHz może być to zwykły trymer ceramiczny) a dopiero po ostatecznym zestrojeniu anteny można zmierzyć jego pojemność i zastąpić go przez odpowiedni kondensator stały.
Zestrojenie anteny polega na takim dostrojeniu trymera aby otrzymać minimalny współczynnik fali stojącej (WFS) dla częstotliwości leżącej w pobliżu środka pasma. Następnie należy zmierzyć przebieg WFS w funkcji częstotliwości i znaleźć na nim minimum. W zależności od położenia tego minimum (np. zbyt blisko jednej z granic pasma lub wogóle poza pasmem) może okazać się konieczne skorygowanie wymiarów anteny, chociaż HB9CV jest na tyle szerokopasmowa i mało krytyczna pod względem wpływu wymiarów, że korekty mechaniczne rzadko okazują się konieczne. Po dokonaniu ewentualnej korekty mechanicznej należy ponownie zestroić trymer na minimalny WFS. Dopiero potem można zmierzyć jego pojemność i zastąpić go przez kondensator stały. Najczęściej konieczne jest równoległe połączenie kilku kondensatorów aby otrzymać wymaganą pojemność. Dla mocy 100 W należy użyć kondensatorów o maksymalnym napięciu pracy 500 V lub więcej, dla mniejszych mocy może być to oczywiście napięcie niższe. Niezależnie od jego wykonania kondensator kompensujący powinien być zabezpieczony przez wpływami zewnętrznymi np. przez umieszczenie go w szczelnym plastikowym pudełku, do którego ścianki może być przymocowane także gniazdko antenowe.



Rys. 5.11. Szczegóły konstrukcyjne anteny na pasmo 70 cm

Charakterystyka promieniowania anteny HB9CV w płaszczyźnie jej polaryzacji jest dość szeroka co oznacza, że pokrywa ona pewien sektor i dzięki temu nie musi być tak dokładnie kierowana na korespondenta jak anteny o większym zysku. Szerokość promieniowanej wiązki, a właściwie jej listka głównego określa się jako kąt między kierunkami, w których natężenie pola spada do wartości 0,707 (czyli o 3 dB) w stosunku do maksimum. Orientacyjne charakterystyki promieniowania anteny HB9CV w wolnej przestrzeni przedstawionio na rys. 5.4. Dla anteny spolaryzowanej poziomo wykres po lewej stronie przedstawia charakterystykę w płaszczyźnie poziomej, czyli w płaszczyźnie polaryzacji anteny (płaszczyźnie składowej elektrycznej), a wykres po prawej stronie – charakterystykę w płaszczyźnie pionowej (płaszczyźnie składowej magnetycznej), czyli prostopadłej do płaszczyzny polaryzacji. Jak wynika z wykresów szerokość wiązki w płaszczyźnie polaryzacji wynosi dla typowych rozwiązań o zysku około 4,2 dBd około 70 stopni, a w płaszczyźnie prostopadłej – około 140 stopni. W warunkach rzeczywistych charakterystyka promieniowania anteny w płaszczyźnie pionowej zależy od wysokości anteny nad powierzchnią ziemi i jej kształt jest bardziej skomplikowany, ale pozostawmy tą sprawę na później.
Promieniowanie w kierunku wstecznym jest o co najmniej o 20 dB słabsze aniżeli wprzód. Poprzez zmianę wymiarów elementów można wprawdzie osiągnąć wyższy zysk kierunkowy, ale odbywa się to kosztem pogorszenia tłumienia w kierunku wstecznym. Dlatego też w praktyce najczęściej stosowane są rozwiązania o zysku ok. 4,2 – 4,3 dBd.
Przykład konstrukcji anteny na pasmo 70 cm wykonanej z rurek mosiężnych lub miedzianych przedstawia rys. 5.5. W podobny sposób można także wykonać antenę dla pasma 2 m opierając się na wymiarach podanych na rys. 5.2.
Ciekawe rozwiązanie anteny dla pasma 2 m opublikowano w poz. [5.2]. Zastosowano w nim sposób konstrukcji spotykany w rozwiązaniach profesjonalnych, zwłaszcza anten logarytmiczno-periodycznych. Element nośny stanowiący jednocześnie linię zasilającą reflektor jest wykonany z dwóch profili o kształcie litery C – ceowników o wymiarach 15 x 15 mm lub zbliżonych. Do ceowników przykręcone są (naprzemian do dolnego i górnego dzięki czemu uzyskuje się odwrócenie fazy o 180 stopni) połówki reflektora i direktora. Wygląd anteny w wykonaniu rozkładanym przedstawia fot. 5.6. Elementy mogą być oczywiście przymocowane na stełe, a w konstrukcjach składanych można też zamiast prętów zastosować elementy teleskopowe. Wymiary anteny dla pasma 2 m podano na rys. 5.7, pełne wymiary konstrukcji – na rys. 5.8, a na rys. 5.10 i 5.11 przedstawiona jest konstrukcja anteny dla pasma 70 cm [5.3].
Oprócz przedstawionych tutaj rozwiązań dla pasm 2 m i 70 cm anteny HB9CV są konstruowane także dla pasm 10 – 20, 6 i 4 m a nawet i dla pasma 23 cm. Współczynnik fali stojącej (WFS) rośnie na tyle wolno w miarę oddalania się od częstotliwości rezonansowej, że antena bezproblemowo pokrywa nawet szersze pama takie jak pasmo 10 m albo 70 cm. Antena HB9CV jest też stosunkowo niewrażliwa na wpływy otoczenia.



Rys.5.12. Przykład konstrukcji mechanicznej anteny HB9CV na pasmo 2 m w wykonaniu DG1GS

6. Montaż wtyków koncentrycznych

Niezależnie od tego czy antena jest własnej konstrukcji czy fabryczna kable zasilające trzeba przygotować we własnym zakresie. Pociąga to za sobą nieubłaganie konieczność zamontowania na kablu pasujących wtyczek. Bez odpowiedniej instrukcji jest to sprawa nieprzyjemna i grożąca przeważnie niepowodzeniem.

Na falach krótkich i w paśmie 2 m najczęściej stosowane są wtyki UC-1 noszące w zachodniej literaturze oznaczenie UHF lub PL-259 (pasujące gniazdko nosi oznaczenie SO-239). Nazwa UHF wywodzi się jeszcze z czasów kiedy krótkie fale były zaliczane do bardzo wysokich częstotliwości i nie ma nic wspólnego z obecnymi nazwami zakresów częstotliwości. Ich częstotliwość graniczna wynosi w zależności od wykonania 100 – 200 MHz, chociaż ze względów oszczędnościowych (bardziej pasuje tu określenie skąpstwo) producenci stosują je nawet w urządzeniach pracujących w paśmie 70 cm. Częstotliwość graniczna złączy – wtyków i gniazd – w.cz. zależy od użytych materiałów i precyzji ich wykonania i w przypadku produktów markowych może być wyraźnie wyższa aniżeli dla wykonań najtańszych. Oszczędzanie na jakości wtyków wielkiej częstotliwości jest oszczędnością w niewłaściwym miejscu. Wtyki o powierzchni niklowanej mają wyższą oporność przejścia między gniazdkiem i wtyczką dlatego też lepiej wybrać wykonania o powierzchni posrebrzanej,niezależnie od tego najlepiej też wybierać wtyki o izolacji teflonowej. Częstotliwość graniczna gniazd i wtyków niezależnie od ich typu nie jest wartością określoną w jakiś ostry sposób, a jedynie wartością powyżej której WFS i straty przekraczają ustalone granice. Oznacza to w praktyce, że produkty te mogą być stosowane powyżej oficjalnej granicy jeżeli użytkownik godzi się z pogorszeniem ich parametrów. Najpoważniejszym minusem wtyków i gniazd UHF jest to, że nie gwarantują one utrzymania stałej oporności falowej na całej długości połączenia. Aspekt ten nie ma praktycznie znaczenia na krótkich falach ponieważ długość połączenia jest znikoma w porównaniu z długością fali, ale dla fal coraz krótszych staje się to zauważalnie szkodliwe. Gniazda i wtyki UHF są także produkowane w mniejszym o 1/3 wykonaniu – mini UHF – przeznaczonym do pracy w zakresie do 2,5 GHz i mającym gwarantowaną impedancję falową 50 Ω.



Fot. 6.1. Budowa kabla koncentrycznego na przykładzie Aircell 7. W kablach markowych plecionka ekranująca jest gęsta i dobrze spełnia swoje zadanie. Rzadziutka plecionka w tanich wykonaniach głównie udaje, że coś robi. W najlepszych kablach ekran jest podwójny – pod plecionką znajduje się folia miedziana.

Drugą powszechnie spotykaną w praktyce krótkofalarskiej normą jest BNC. Wtyki te mają mniejszą średnicę co oznacza niższe dopuszczalne napięcia pracy i w związku z tym niższe przenoszone moce aniżeli dla gniazd UHF i omówionych dalej – N. Typowa częstotliwość graniczna wtyków BNC wynosi 4 GHz. Wtyki BNC są spotykane powszechnie w oscyloskopach i innym sprzęcie pomiarowym, w niektórych zwłaszcza przenośnych modelach radiostacji (chociaż w znacznej części zostały z nich wyparte przez gniazda SMA) i w różnych urządzeniach pomocniczych, a także w instalacjach sieci komputerowych. Wtyki o oporności falowej 75 Ω występują w sprzęcie wizyjnym. Różnią się od 50-omowych cieńszym kontaktem środkowym, a w gniazdkach izolacja nie dochodzi do końca kontaktu.

Podobną do BNC nomą jest norma TNC. Złącza TNC różnią się od BNC tym, że są łączone na gwint a nie bagnetowo. Parametry i sposób montażu na kablach są w obu wypadkach takie same.
Trzecią z rozpwszechnionych w sprzęcie amatorskim norm jest norma N. Są to złącza o wymiarach zbliżonych do UHF, dopuszczających zastosowanie przy mocach nadawania występujących powszechnie w krótkofalarstwie. Specjalna konstrukcja gwarantująca zachowanie stałej oporności falowej na całej długości połączenia, lepsza jakość stosowanych materiałów i większa precyzja wykonania przekładają się na poszerzenie typowego zakresu zastosowania do 11 GHz, a więc do amatorskiego pasma 3 cm włącznie.



Fot. 6.2.a. Wtyk UHF



Fot. 6.2.b. Elementy wtyku UHF pierwszego rodzaju

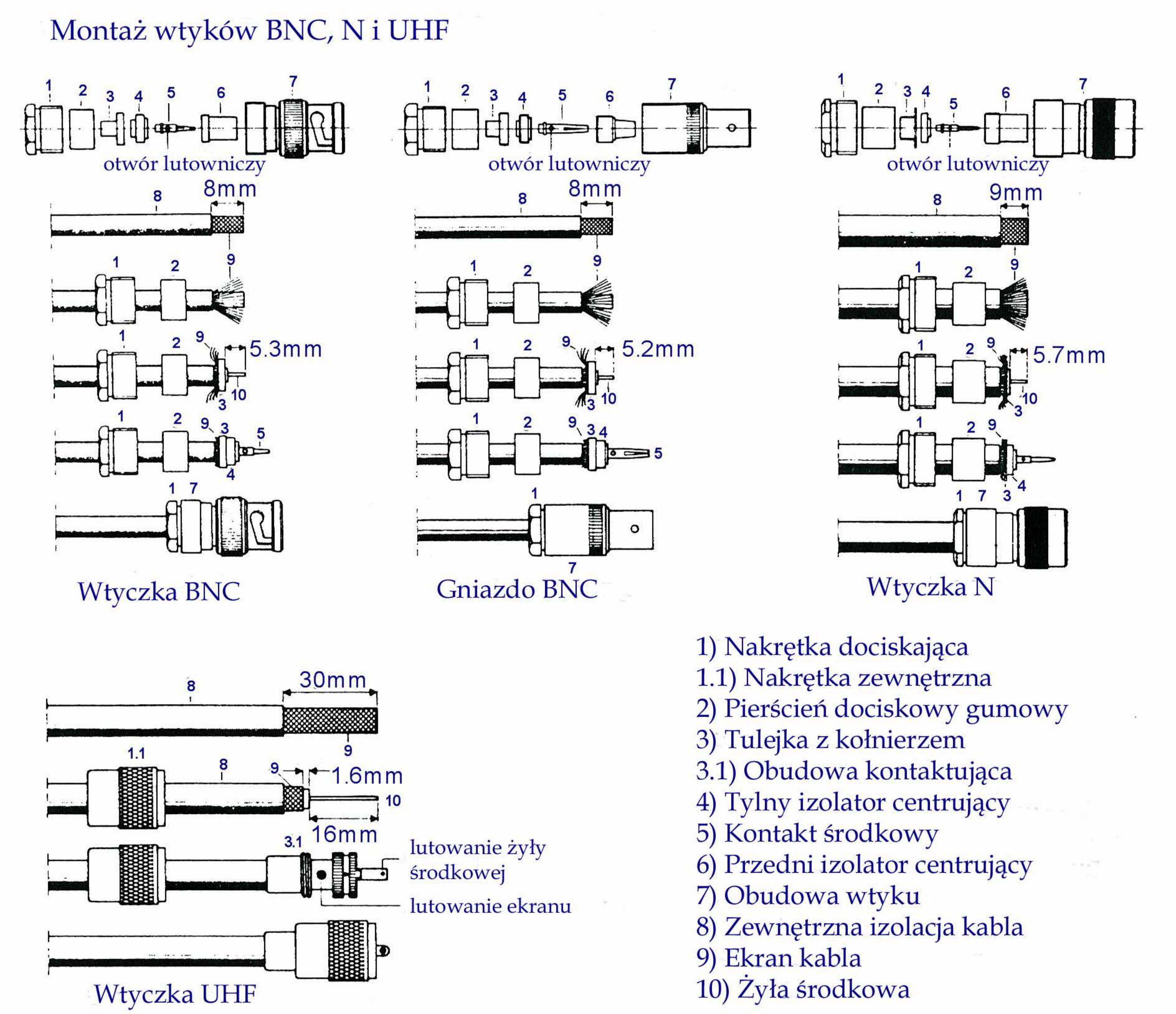


Fot. 6.3. Wtyk BNC



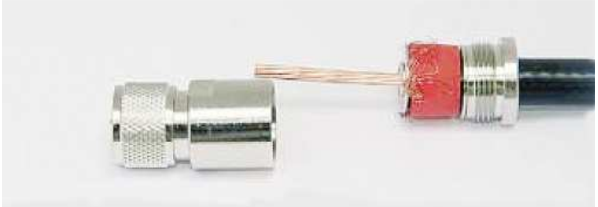
Fot. 6.4. Wtyk N

Oprócz tych trzech wymienionych powszechnie rozpowszechniona jest również norma SMA. Wyparła ona prawie całkowicie gniazda BNC w radiostacjach przenośnych i jest powszechnie stosowana w sprzęcie mikrofalowym. Oficjalnie zakres zastosowania dochodzi do 18 GHz, ale w praktyce złącza pozłacane o lepszej jakości są stosowane także w amatorskim paśmie 24 GHz. Oprócz wykonań standardowych gdzie wtyczka posiada kontakt w postaci sztyftu a gniazdko otwór kontaktowy stosowane są także wykonania odwrotne (ang. *reverse polarity; RP*) – o zamienionych kontaktach. Występują one także w niektórych modelach ręcznych radiostacji amatorskich.
Jest sprawą oczywistą, że impedancja falowa złączy musi odpowiadać impedancji połączonych z nimi kabli, i że w amatorskich instalacjach stosowane są w związku z tym złącza 50-omowe. Wyjątkiem jest 75-omowa norma BNC stosowana także w amatorskim sprzęcie wizyjnym.
Wtyki koncentryczne muszą być dostosowane do średnicy kabla, na którym są montowane, dlatego też spotykane są powszechnie wykonania dla kabli 2,8 mm (RG-174), 5 mm (RG-58, Aircell 5), 7 mm (Aircell 7), 10 mm (RG-213, Aircom Plus) i innych. Przód wtyku (licząc w kierunku jego wkładania do gniazdka) jest dla każdego z wykonań oczywiście identyczny, natomiast tylne części mają średnice dostosowane do średnicy kabla koncentrycznego, a dla cieńszych kabli istnieją także dodatkowe reduktory. Podstawowe parametry złączy koncentrycznych zawiera tabela 6.1.



Rys. 6.5. Sposób montażu wtyczek UHF, BNC i N (źródło: katalog producenta)

Do najczęściej stosowanych przez krótkofalowców wykonań wtyków należą wtyki lutowane, a na drugim miejscu plasują się zaciskane. Montaż wtyków zaciskanych (ang. *crimp*) wymaga posiadania odpowiednich obcęgów dla różnych średnic kabli. Ich zakup opłaca się jednak tylko wtedy, kiedy planowany jest montaż większej liczby wtyków i używanie ich w dłuższym okresie czasu.
Wtyki koncentryczne produkowane są w wykonaniach prostych i kątowych. W podanych poniżej instrukcjach montażu uwzględniono jedynie wtyki proste lutowane. Złącza znajdujące się na zewnątrz (np. przy antenie) należy zabezpieczyć przez wilgocią, deszczem i innymi wpływami atmosferycznymi za pomocą taśm izolacyjnych, termokurczliwych koszulek izolacyjnych, nakładek gumowych itd. Rysunki montażowe przedstawiono wprawdzie na ilustracji 6.5, ale dla czytelników, którym nie mówią one dostatecznie wiele dalsza część rozdziału zawiera przykłady montażu ilustrowane zdjęciami i uzupełnione o przydatne uwagi praktyczne. Różnorodność kabli i spotykanych na rynku wykonań wtyków poszczególnych producentów oznacza, że przykłady te nie zawsze będą idealnie pasowały do konkretnej sytuacji, ale mimo ewentualnych drobnych różnic będą jednak mogły stanowić znaczącą pomoc. Przed rozpoczęciem montażu warto ułożyć wszystkie jego elementy we właściwym porządku i pamiętać o ich włożeniu na kabel w tej kolejności. Jeżeli drugi koniec kabla jest jeszcze wolny pomyłki można łatwo skorygować ale jeżeli jest już na nim zamontowany wtyk oznacza to konieczność powtórzenia pracy.

	
Rys. 6.6a. Elementy wtyku UHF ułożone w kolejności ich montażu	Rys. 6.6b. Wtyk pasuje na kable o średnicach 10 mm (za zdjęciu Ecoflex 10)
	
Rys. 6.6c. Po usunięciu zewnętrznej izolacji należy rozplątać przewody ekranu	Rys. 6.6d. Kołnierz należy wsunąć tak, aby jego prowadnica znalazła się pod plecionką ekranu
	
Rys. 6.6e. Widok kabla po obcięciu przewodów ekranu	Rys. 6.6f. Po odizolowaniu przewodu środkowego kabel jest gotowy do wsunięcia do obudowy
	
Rys. 6.6g. Przewód powinien chociaż trochę wystawać ze środkowego kontaktu wtyku	Rys. 6.6h. Lutowanie przewodu po jego obcięciu

Montaż wtyku UC-1 (PL-259) pierwszego rodzaju

Sposób montażu wtyku UHF z lutowanym ekranem przedstawiono na rys. 6.5, a przykładowy wygląd – na rys. 6.2b. Izolację zewnętrzną z kabla należy usunąć na długości 30 mm. Trzeba ją tylko delikatnie naciąć, tak aby nie uszkodzić znajdujących się pod nią przewodów ekranu i oderwać. Po usunięciu ekranu tak, aby pozostało tylko ok. 12,4 mm usuwamy izolację przewodu środkowego na długości 16 mm. Pomiędzy końcem ekranu i końcem środkowej izolacji pozostaje odstęp 1,6 mm. Następnie nakręcamy na kabel obudowę wtyku zwracając uwagę aby przewód środkowy trafił do otworu kontaku i nie uległ załamaniu. Po całkowitym nakręceniu obudowy koniec żyły środkowej powinien zrównać się z końcem rurki wtyku lub nawet lekko wystawać (nadmiar należy obciąć). Żyła środkowa jest lutowana na końcu rurki kontaktowej, przy czym należy zwrócić uwagę aby cyna wpłynęła do jej wnętrza ale jednocześnie aby nie było jej zbyt dużo i nie mogła spowodować zwarcia przewodu z ekranem. Do przylutowania ekranu do obutowy wtyku służy znajdujący się z boku otwór. Do lutowania powinna być użyta gorąca lutownica trochę większej mocy, tak aby mogła zapewnić dostateczne nagrzanie obudowy w szybkim czasie. Zbyt długie jej podgrzewanie może spowodować zmięknięcie izolacji wtyku i skrzywienie albo nawet wypadnięcie środkowego kontaktu (wtyk nie nadaje się wówczas do użycia) albo zmięknięcie izolacji kabla niosące ze sobą ryzyko wystąpienia zwarcia w jego wnętrzu. Po prawidłowym wykonaniu lutowań nakręcamy na obudowę zewnętrzną nakrętkę.

Montaż wtyku UC-1 (PL-259) drugiego rodzaju

W opisie wykorzystano ilustracje pochodzące z poz. [6.1] i [6.2]. Elementy składowe wtyku i kolejność jego montażu na kablu przedstawiają ilustracje 6.6a – 6.6h. Pomimo, że przykład dotyczy montażu wtyku na kablu 10 mm (RG-213) nie odbiega on zasadniczo od montażu na kablach koncentrycznych o innych średnicach. Na ilustracji 6.6a widoczne są elementy składowe wtyku zawierającego kołnierz dociskający ekran kabla do obudowy. W odróżnieniu od opisanego uprzednio wtyku pierwszego rodzaju ekran nie jest przylutowany do obudowy. Przed rozpoczęciem pracy elementy te wygodnie jest ułożyć w porządku widocznym na ilustracji 6.6b odpowiadającym kolejności umieszczania ich na kablu. Po nałożeniu na kabel pierwszych trzech elementów: nakrętki, podkładki metalowej i gumowego pierścienia dociskowego (rys. 6.6c) trzeba usunąć zewnętrzną izolację kabla na długości 30 mm. Izolację należy nacinać ostrożnie aby nie uszkodzić znajdującego się pod nią ekranu. Po zdjęciu izolacji rozplata się plecionkę ekranu posługując się igłą lub szpikulcem i podwija ją aż do gumowej uszczelki. Kolejnym krokiem jest nałożenie kołnierza kontaktowego tak, aby jego tulejka prowadząca znalazła się pod plecionką (rys. 6.6d). W przypadku kabli podwójnie ekranowanych prowadnica musi znaleźć się między plecionką a folią metalową. Jeśli tulejka wchodzi z trudnością pod plecionkę można suszarką do włosów nagrzać izolację zewnętrzną tak, aby stała się bardziej elastyczna. Wystającą z przodu folię należy ostrożnie uciąć na równi z kołnierzem. Przewody plecionki wystające poza obręb kołnierza należy również uciąć (rys. 6.6e), a następnie zdjąć izolację z przewodu środkowego (rys. 6.6f) zwracając baczną uwagę przy jej nacinaniu aby nie uszkodzić znajdującego się w niej przewodu. Przedostatnim krokiem jest ostrożne wsunięcie kabla z odizolowanym przewodem środkowym do obudowy wtyku tak aby wystawał z przodu jego środkowego kontaktu (rys. 6.6g), i mocne dokręcenie kluczem tylnej nakrętki. Jej zbyt słabe dokręcenie spowoduje, że ekran nie będzie dostatecznie dobrze i niezawodnie kontaktował z obudową. Po odcięciu nadmiaru przewodu, tak aby jego koniec znalazł się na końcu kontaktu następuje jego przylutowanie (rys. 6.6h). Rozgrzana lutownicą cyna powinna wpłynąć w głąb rurki kontaktu. Nie powinno być jej jednak za dużo aby nie dopłynęła do końca rurki i nie spowodowała zwarcia przewodu środkowego z kołnierzem. Po skończeniu pracy należy sprawdzić omomierzem czy nie ma zwarcia między przewodami.
W niektórych wykonaniach wtyków niemożliwe jest wsunięcie prowadnicy między folię i plecionkę. Należy wówczas wsunąć rurkę prowadzącą pod folię a samą folię obciąć tak aby nie zasłaniała kołnierza i nie utrudniała kontaktu plecionki z nim. Jest to możliwe ponieważ czasami zamiast folii metalowej stosowane są folie polietylenowe z napyloną od góry warstwą miedzi ale od dołu czyli od strony kołnierza folia taka jest izolatorem.

Montaż wtyku BNC

Prawidłowy montaż wtyku BNC z ekranem dociskanym, a nie lutowanym do obudowy przedstawiono na ilustracjach 6.7a – f. Na kabel należy kolejno nałożyć nakrętkę, podkładkę dociskową i gumowy pierścień dociskowy, po czym usunąć izolację zewnętrzną na długości 7 mm od końca kabla (rys. 6.7a). W przeciwieństwie do wtyków UHF długość ta musi być dokładnie zachowana ponieważ na przewód środkowy nakładany jest kontakt i potem nie ma już możliwości jego ucięcia. Po włożeniu pod plecionkę lub między plecionkę a folię tulejki-prowadnicy kołnierza kontaktowego należy przewody plecionki obciąć tak aby nie wystawały poza kołnierz. W razie występienia trudności we wsuwaniu tulejki można suszarką do włosów nagrzać izolację zewnętrzną aby stała się bardziej elestyczna. Następnie należy uciąć folię i izolację wewnętrznego przewodu na równi z płaszczyzną kołnierza. Przed nałożeniem kontaktu na przewód środkowy należy pamiętać o nałożeniu na niego mniejszego izolatora. Kontakt jest lutowany na przewodzie środkowym kabla przez znajdującą się z jego boku dziurkę. Po przylutowaniu kontaktu nakładany jest na niego większy z izlolatorów, następnie obudowa wtyku, a na zakończenie wkręcana jest do niej tylna nakrętka. Nakrętkę należy dokręcić kluczem tak aby między nim i obudową pozostała szczelina. W niektórych wykonaniach na nakrętce znajduje się gumowy pierścień uszczelniający, którego nie wolno przy tej okazji zmiażdżyć.
We wtykach przeznaczonych do cienkich kabli takich jak RG-174 tylna nakrętka ma mniejszy otwór i służy jednocześnie jako reduktor.

	
Rys. 6.7a. Po założeniu pierwszych 3 elementów izolacja zewnętrzna jest usuwana na długości 7 mm	Rys. 6.7b. Po rozplątaniu przewodów ekranu należy włożyć kołnierz i docisnąć go do izolacji. Rurka prowadząca musi znajdować się pod oplotem ale na ekranie z folii
	
Rys. 6.7c. Folię ekranującą i izolację przewodu środkowego należy uciąć w płaszczyźnie kołnierza	Rys. 6.7d. Przed przylutowaniem kontaktu należy pamiętać o nałożeniu na niego izolatora
	
Rys. 6.7e. Po przylutowaniu nakładany jest drugi izolator. Oba izolatory utrzymują kontakt we właściwej pozycji	Rys. 6.7f. Po nałożeniu obudowy wtyku nakrętka jest dokręcana tak aby między nią i obudową pozostała szczelina

Montaż wtyku N

Wtyk N z dociskanym do obudowy ekranem składa się zasadniczo z takich samych elementów jak wtyki omówione powyżej. Również kolejność i sposób montażu są takie same (rys. 6.8a – f) dlatego też potraktujmy rzecz skrótowo. Po założeniu na kabel pierwszych trzech elementów izolację zewnetrzną usuwa się na długości 10 mm. Po rozplątaniu plecionki i włożeniu kołnierza pomiędzy nią i folię lub pomiędzy nią i izolację wewnętrzną oraz obcięciu wystających poza kołnierz przewodów plecionki folia i izolacja przewodu środkowego są obcinane na równi z płaszczyzną kołnierza, a przewód środkowy skracany na długość 7 mm. Następnie na kontakt środkowy zakładany jest pierwszy izolator, kontakt jest lutowany na żyle środkowej kabla przez boczny otworek i po przylutowaniu zakładany jest drugi izolator. Oba izolatory mają również za zadanie utrzymanie kontaktu w należytej pozycji. Ostatnimi krokami są nałożenie obudowy wtyku i dość silne dokręcenie kluczem śruby dociskającej. Pomiędzy nią a odbudową powinna zostać szczelina, w której w zależności od wykonania wtyku może znajdować się gumowy pierścień uszczelniający. Nie wolno dopuścić aby uległ on zmiażdżeniu.

Wariant z pierścieniem stożkowym

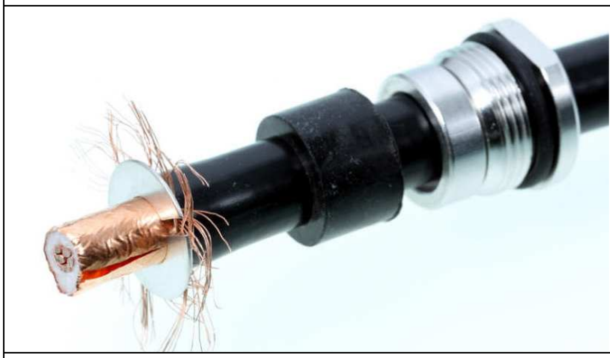
Wtyki BNC i N występują także w wariancie posiadającym zamiast kołnierza dociskowego pierścień w kształcie ściętego ostrosłupa (rys. 6.9 i 6.10). Pierścień wkładany jest na kabel razem z pierwszymi trzema elementami tak, żeby stożek był skierowany stronę końca kabla. Plecionka jest wywijana na jego stożkową stronę, która dociska ją potem do obudowy. Pozostałe kroki montażu nie różnią się od omówionych powyżej. Rysunki pochodzą z CQDL 3/1999.



Rys. 6.8a. Elementy składowe wtyku N



Rys. 6.8b. Kolejność nakładania elementów na kabel



Rys. 6.8c. Założenie pierścienia dociskowego



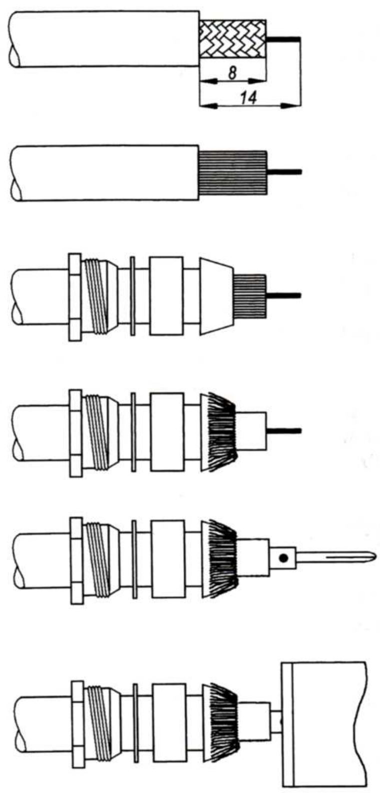
Rys. 6.8d. Lutowanie kontaktu środkowego po założeniu pierwszego izolatora



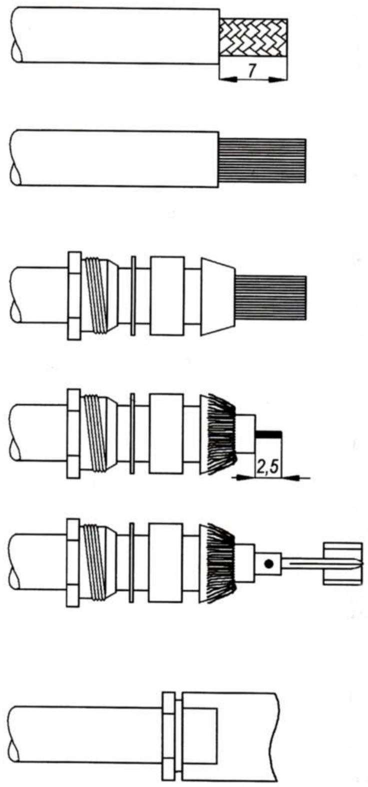
Rys. 6.8e. Założenie drugiego izolatora



Rys. 6.8f. Całkowicie zmontowany wtyk



Rys. 6.9. Montaż wtyku N z pierścieniem stożkowym



Rys. 6.10. Montaż wtyku BNC z pierścieniem stożkowym

Tabela 6.1
Najważniejsze parametry wtyków koncentrycznych najczęściej stosowanych w instalacjach amatorskich

	Złącza UHF	Złącza BNC	Złącza N
Częstotliwość graniczna	100 – 200 MHz, zalecane użycie do 30 MHz	4 GHz (50 Ω), 1 GHz (75 Ω)	11 GHz
Zakres średnic kabli	2,2 – 10,8 mm	2,2 – 11,2 mm	2,2 – 10,8 mm
Impedancja falowa	bliżej nie określona, około 50 – 75 Ω	50, 75, 93 Ω	50 Ω
Kontakty	Mosiądz, powierzchnie niklowane lub posrebrzane	Mosiądz, brąz berylowy, powierzchnie niklowane, posrebrzane lub pozłacane	Mosiądz, brąz berylowy, powierzchnie niklowane, posrebrzane lub pozłacane
Pozostałe części metalowe	Mosiądz, powierzchnie niklowane lub posrebrzane	Mosiądz lub ciśnieniowy odlew cynkowy, powierzchnie niklowane, posrebrzane lub pozłacane	Mosiądz, powierzchnie niklowane, posrebrzane lub pozłacane
Izolacja	Teflon (PTFE), polipropylen (PP), bakelit lub inne tworzywa	Teflon (PTFE) lub polietylen (PE)	Teflon (PTFE)
Oporność izolacji	> 5000 Ω, zależnie od wykonania	> 5000 Ω	> 5000 Ω

Oporność połączenia kontaktu środkowego między wtyczką a gniazdkiem	nie podawana	< 2 mΩ	< 3 mΩ
Oporność połączenia ekranu między wtyczką a gniazdkiem	nie podawana	< 2 mΩ	< 0,2 mΩ
WFS	nie podawany	wtyk prosty 50 Ω, 1 GHz – 1,3 wtyk kątowy j.w. – 1,35	wtyk prosty 50 Ω, 1 GHz – 1,06 wtyk kątowy j.w. – 1,06
Liczba cykli wtykania	> 200	> 100 – > 500	> 500
Maks. napięcie	500 – 750 Vsk/50 Hz	500 Vsk/50 Hz	1 kVsk/50 Hz
Moc dopuszczalna	< 500 W (100 MHz)	200 W (100 MHz), 120 W (500 MHz), 80 W (1 GHz)	1000 W (100 MHz), 430 W (500 MHz) 300 W (1 GHz)

Uwaga:
W tabeli uwzględniono wprawdzie różne spotykane wykonania mechaniczne ale nie wyklucza to możliwości wystąpienia wtyków o parametrach różniących się (na korzyść lub niekorzyść) od podanych.

7. Anteny – kilka przemyśleń

Antena należy do najważniejszych elementów stacji amatorskiej, dlatego też wyborowi właściwego rozwiązania warto poświęcić sporo uwagi. Ekstremum, którego jednak należy unikać jest zagubienie się w rozważaniach na temat najlepszej anteny i długo trwające poszukiwania takiego ideału. Ogólnie rzecz ujmując nie ma czegoś takiego jak najlepsza antena, można natomiast znaleźć dobre rozwiązanie dostosowane do własnych potrzeb i sytuacji. Paradoksalnie może być nim nawet ukryta w czymś tam antena o zysku ujemnym w stosunku do dipola.

Poniższe przemyślenia są w znacznym stopniu oparte na rozważaniach DL2RSX i KK6MC opublikowanych w poz. [7.1] i [7.2].

- Antena zrealizowana jest oczywiście lepsza od nieistniejącej. Zamiast nieproporcjonalnie długo rozmyślać nad jej wyborem lepiej po rozsądnym czasie analiz i przemyśleń zdecydować się na jedno z rozwiązań i wypróbować je w praktyce – niezależnie od tego czy będzie to antena kupiona czy własnej konstrukcji. Jeżeli antena ta zostanie skonstruowana (lub złożona z gotowych elementów) starannie, zgodnie z ogólnie znanymi zasadami i instrukcją montażową można spodziewać się wystarczająco dobrych wyników, mieszczących się oczywiście w ramach fizycznych możliwości danej anteny. Drobne niedociągnięcia konstrukcyjne mogą spowodować zwiększenie strat energii w.cz., ale dopiero czterokrotny spadek sprawności w stosunku do możliwego spowoduje obniżenie poziomu sygnału odbieranego przez korespondenta o jeden stopień S. Tak duże różnice wskazywałyby na popełnienie wymagających naprawy poważnych błędów konstrukcyjnych. Małe odchyłki od pożądanego stanu spowodują natomiast jedynie niezauważalny spadek siły sygnałów i mogą być przeważnie skorygowane po wypróbowaniu anteny.
- Każda antena podlega ograniczeniom wynikającym z jej konstrukcji dlatego też optymalizacja anteny już prawidłowo skonstruowanej może dać pewną poprawę wyników ale nie należy oczekiwać rewelacji. Wbrew temu co wmawiają niektóre reklamy w fizyce cudów nie ma.
- Nawet antena kompromisowa, o konstrukcji i wymiarach wymuszonych przez dostępne miejsce czy inne ograniczenia jest o niebo lepsza od każdej wymarzonej, która musi ze względów obiektywnych pozostać w sferze marzeń. Sprawność anten krótkich (w stosunku do długości fali) jest zawsze niższa niż anten pełnowymiarowych. Wynikające stąd osłabienie siły nadawanych sygnałów można w pewnym stopniu skompensować stosując nowoczesne cyfrowe techniki łączności ale również i bez tego można mieć wiele satysfakcji z miłych łączności mimo pewnego ograniczenia zasięgu.
- Przeważnie anteny umieszczone na większej wysokości dają lepsze rezultaty, ale odbicia promieniowanej fali od powierzchni ziemi mogą dać dodatkowy zysk w pewnych kierunkach. Szczególnym przypadkiem są łączności prowadzone za pomocą fali odbitej prawie pionowo od jonosfery (ang. *NVIS*), gdzie konieczne jest właśnie niskie umieszczenie anteny – na wysokościach zbliżonych do 1/8 długości fali. Rozważana tutaj wysokość umieszczenia anteny jest wartością względną obliczaną w stosunku do długości fali. Prawie wszystkie anteny amatorskie na dolne pasma krótkofalowe są więc nisko umieszczone (prywatne osoby mogące rozwiesić dipol na pasmo 80 albo 160 m na wysokości równej długości fali należą chyba do wyjątków w skali światowej). Dopiero na pasmach UKF i ewentualnie na najwyższych pasmach KF można w warunkach amatorskich mówić o antenach umieszczonych wysoko.
- Anteny pionowe wymagają większego nakładu pracy na instalację przeciwwag lub uziemienia. Początkujący krótkofalowcy mogą szybciej i łatwiej osiągnąć dobre rezultaty korzystając z anten symetrycznych w stosunku do ziemi czyli zwyczajnych dipoli. Uwaga ta dotyczy w pierwszym rzędzie zakresu KF. Używane na UKF-ie anteny pionowe typu „Ground Plane” przysparzają już znacznie mniej trudności konstrukcyjnych.
- Zewnętrzny wygląd linki antenowej, jej kolor, grubość i rodzaj ewentualnej izolacji są bez znaczenia i nie wywierają istotnego wpływu na pracę anteny. Warto jednak zadbać o to aby linka chrakteryzowała się wystarczającą odpornością mechaniczną, zwłaszcza wytrzmałością na rozciąganie, np. była wzmocniona stalową linką lub przewodem, dotyczy to zwłaszcza anten o większej długości.
- W miarę możliwości lepiej jest zainstalować antenę zewnętrzną niż wewnątrz budynku, a cienki przewód umieszczony niedaleko ściany w wielu wypadkach nie będzie się rzucał w oczy.

- W przypadku zasilania anteny symetrycznej (np. dipolowej) za pomocą kabla koncentrycznego należy na kablu zainstalować dławik zapobiegający przepływowi prądów wielkiej częstotliwości po jego zewnętrznej powierzchni. Zapobiega to promieniowaniu fali przez kabel i wynikającym z tego faktu zakłóceniom. Znacznie lepszym rozwiązaniem jest użycie symetryzatora.
- Niezależnie od tego czy planowana jest instalacja anteny fabrycznej czy własnej konstrukcji warto zaopatrzyć się w literaturę na temat anten i dokładnie przestudiować jej najważniejsze części – co najmniej dotyczące tematów ogólnych i wybranego rodzaju anteny. W przypadku anten fabrycznych konieczne jest dokładne zapoznanie się z instrukcją montażową i przestrzeganie zawartych tam zaleceń. Anteny własnej konstrukcji mogą sprawować się nawet lepiej niż różne rozwiązania fabryczne i na dodatek mogą być od nich tańsze ale tylko pod warunkiem posiadania pewnego minimum wiedzy.
- W nowych konstrukcjach lub w trakcie modernizacji anten należy unikać stosowania starych dłużej używanych kabli koncentrycznych, a zwłaszcza unikać ich sztukowania. Koszt nowych niskostratnych kabli zamortyzuje się stosunkowo szybko, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę wzrost ryzyka uszkodzenia sztukowanych kabli pod wpływem warunków atmosferycznych.
- Anteny wielopasmowe są atrakcyjne zwłaszcza dla początkujących, ale warto pamiętać, że są to zawsze rozwiązania kompromisowe mogące spisywać się gorzej aniżeli anteny jednopasmowe, a poza tym wymagają bardziej skomplikowanego strojenia. Decydując się natomiast na antenę jednopasmową warto uwzględnić nie tylko własne zainteresowania ale także i czas będący do dyspozycji na uprawienie hobby. Osoby mające wolny czas przeważnie wieczorami mogą w pierwszym rzędzie, ze względu na warunki propagacji, korzystać z pasm 3,5 lub 7 MHz natomiast osoby mające więcej czasu w ciągu dnia mogą korzystać również i z dających dalsze zasięgi pasm wyższych 20 – 10 m. Warto jednak wówczas pamiętać, że w związku z nadchodzącym minimum plam słonecznych pasma 15, 12 i 10 m będą rzadziej dostępne i propagacja w nich będzie coraz bardziej kapryśna, a więc z pasm wyższych czynne pozostanie najwyżej do późnego popołudnia pasmo 20 m. Szczególne miejsce wśród pasm krótkofalowych zajmuje pasmo 30 m. Leży ono na pograniczu pasm dziennych i nocnych i w zasadzie jest ono otwarte przeważnie przez większą część doby, ale jednocześnie dozwolona jest w nim praca jedynie telegrafią i emisjami cyfrowymi.
- Antena dipolowa na pasmo 7 MHz pracuje również w paśmie 21 MHz. Jednopasmowe anteny innych typów i na inne zakresy dają się w wielu przypadkach przy użyciu skrzynki antenowej lepiej lub gorzej dopasować do pracy i w niektórych innych pasmach amatorskich. Szczegóły można znaleźć w internecie i w literaturze poświęconej posiadanej antenie. Dużą pomocą w tej sprawie mogą być także doświadczenia starszych stażem kolegów.
- Pasma 30, 17 i 12 m leżą poza głównym ciągiem harmonicznym pasm 80 – 10 m i przeważnie wymagają użycia dodatkowych anten.
- Do najczęstszych przyczyn niepowodzeń w konstrukcjach antenowych należy niedostateczna znajomość lub niedostateczne zrozumienie zjawisk i zależności fizycznych związanych z nimi i z propagacją fal. Drugą z nich jest często także łatwowierne przyjmowanie za dobrą monetę treści reklam i niektórych twierdzeń producentów i dystrybutorów. Producenci dokonują przeważnie pomiarów anten w warunkach możliwie zbliżonych do idealnych, nie występujących praktycznie i podają je przykładowo dla idealnej dobrze przewodzącej powierzchni gruntu podczas gdy dla rzeczywistego suchego gruntu straty są o wiele wyższe, a co za tym idzie obniżają się sprawność anteny i jej zysk. Różnice widoczne są także w charakterystykach promieniowania i kierunkach ich maksimów.
- Ryzyko niepowodzenia u początkujących jest zdecydowanie mniejsze w przypadku anten o prostej konstrukcji aniżeli w przypadku skomplikowanych anten wielopasmowych wyposażonych w dużą liczbę elementów dostrojczych. Anteny proste, a więc przykładowo dipolowe, charakteryzują się również znacznie większą tolerancją na niedokładności konstrukcyjne, a ich długość daje się łatwo dopasować tak, aby skompensować nieuniknione wpływy otoczenia na częstotliwość rezonansu.
- Nie warto oszczędzać kupując możliwie najtańsze kable i wtyki antenowe. Przeważnie pociąga to za sobą w krótkim czasie dalsze wydatki, których suma przewyższa cenę zakupu dobrych artykułów na samym początku, nie mówiąc już o dodatkowej pracy. Wtyki kiepskiej jakości szybko korodują lub pokrywają się nalotem pogarszającym kontakt, a izolacje tanich kabli szybciej ulegają uszkodzeniu pod wpływem promieniowania ultrafioletowego i wpływów atmosterycznych

przez co kable łatwiej ulegają zawilgoceniu i znacząco zmieniaja swoje właściwości na niekorzyść.

- Pożądanym stanem jest wprawdzie uzyskanie współczynnika fali stojącej (WFS) jak najbliższego jedności ale w praktyce wartości poniżej dwóch można uznać za wystarczająco dobre i starać się je poprawić tylko wówczas gdy nie jest to zbyt czaso- i pracochłonne.
- Wieloelementowe anteny ultrakrótkofalowe Yagi mogą być optymalizowene pod względem zysku, najlepszego stosunku przód/tył, charakterystyki promieniowania mającej możliwie jak najmniejsze listki boczne, minimalnej długości całej anteny itd. Wszystkie te i inne parametry anteny zależą od długości i odstępów jej elementów. Możliwych kombinacji jest tak wiele, że bez odpowiedniego skomplikowanego parku pomiarowego i dobrych programów symulujących trudno jest opracować jakąś nową konstrukcję lub poważne ulepszenie dotychczasowej. Dlatego też zwłaszcza początkujący powinni dokładnie przestrzegać wymiarów i sposobu konstrukcji podanych w instrukcji montażowej lub w odwzorowywanym opisie. Wszelkie zmiany i poprawki mogą wprawdzie pozwolić na uzyskanie odrobinę lepszego dopasowania ale bez wykonania wyczerpujących pomiarów nie wiadomo, czy nie odbyło się to kosztem pogorszenia któregoś z pozostałych parametrów. Jeżeli wykonana zgodnie z opisem antena ma na wejściu WFS około 1,5 lub lepszy należy ją pozostawić w spokoju i zainstalować w przewidzianym dla niej miejscu.
- Dzięki ułożeniu pasm 2 m, 70 cm i 23 cm w stosunku harmonicznym znacznie prostsza i przysparzająca mniej trudności jest natomiast konstrukcja pionowych anten dookólnych na te pasma.

8. Najważniejsze elementy obsługi radiostacji i ich funkcje

Łamy „Świata Radio”, podobnie zresztą jak i innych czasopism i skryptów, nie są na tyle obszerne, żeby można było zamieszczać na jego łamach pełne instrukcje obsługi sprzętu radiowego. Dlatego też zamiast nich zamieszczamy krótkie zestawienie najważniejszych elementów obsługi, ich nazw i wyjaśnienie ich funkcji. Nie zastąpi to pełnych instrukcji obsługi ale jako podręczna ściągawka przyda się z pewnością przy wielu okazjach i to nie tylko początkującym krótkofalowcom.



Fot. 8.1. Płyta czołowa IC-7300

W zestawieniu pominięto znaczenia specjalistyczne związane przykładowo z systemami D-STAR, DMR, C4FM, Packet-Radio, APRS itd., jak również znaczenia potoczne nie związane z krótkofalarstwem, poprzestając na najważniejszych znaczeniach związanych z pracą w eterze. Wiele funkcji sprzętu nosi różne oznaczenia zależne od modelu i preferencji producenta. Objaśnienia ograniczono do niezbędnego minimum, ponieważ szczegółowe omówienie zasad pracy lub wykorzystania poszczególnych funkcji i możliwości przekracza ramy niniejszego opracowania i wymagałoby poświęcenia tym sprawom całej serii publikacji. Część nazw i symboli jest wyświetlana na wyświetlaczu radiostacji jako informacja dla użytkownika.

- A/B – wybór VFO-A lub VFO-B, patrz: VFO.
- A=B – nastawienie tej samej częstotliwości pracy w obu VFO.
- A>B – przepisanie ustawień z VFO-A do VFO-B.
- A>M – przepisanie ustawień z VFO-A do pamięci.
- AC, MAINS – gniazdko zasilania napięciem sieci.
- AF, AF GAIN –gałka regulacji siły głosu.
- AGC – automatyczna regulacja wzmocnienia (ARW), w odbiornikach SSB wiąże się z nią wybór szybkości reakcji (F, Fast – szybka; S, Slow – wolna; off – wyłączona). Po wyłączeniu ARW wzmocnienie może być regulowane ręcznie, patrz RF (gałka), RF GAIN.
- ALC – Automatic Level Control – automatyczna regulacja mocy wyjściowej nadajnika, mająca w pierwszym rzędzie zapobiec uszkodznie wzmacniacza mocy przy pracy w warunkach niedopasowania anteny, przesterowania lub w innych niekorzystnych sytuacjach. Przy pracy emisjami cyfrowymi (PSK31, JT65 itp.) należy wysterowanie zmniejszyć tak, aby ALC nie ograniczała poziomu nadawanego sygnału.
- AM – modulacja amplitudy (z dwoma wstęgami bocznymi i falą nośną), dawniej stosowana w krótkofalarstwie, obecnie tylko wyjątkowo; stosowana natomiast w radiofonii długo-, średnio- i krótkofalowej.

- AMP, AMP1, AMP2, RF AMP – przedwzmacniacz wejściowy odbiornika, patrz: P.AMP.
- ANT – Antenna – oznaczenie gniazdka antenowego, a także przycisku do przełączania gniazd antenowych. Dodatkowo może być podany numer gniazdka lub zakres częstotliwości, np. ANT1, ANT144.
- APO – Automatic Power Off – wyłączenie radiostacji po zadanym czasie nieużywania w celu oszczędności baterii. Funkcja zbędna w radiostacjach zasilanych sieciowo.
- ARS – Automatic repeater shift – automatyczne włączanie odstępu częstotliwości w podzakresach przemiennikowych na UKF-ie (np. 145,6 – 145,8 MHz).
- ATT, Attenuator – tłumik, włączenie tłumika odbieranych sygnałów, powoduje zwiększenie odporności odbiornika na zakłócenia skrośne (intermodulacyjne). Czułość odbiorników krótkofalowych jest przeważnie na tyle duża, że warto bez obaw spróbować czy włączenie tłumika nie przyniesie poprawy odbioru przez zmniejszenie przesterowania odbiornika silnymi sygnałami KF. Tłumik może być włączony dodatkowo do włączenia IPO ale jednoczesne włączenie przedwzmacniacza i tłumika nie ma sensu.
- ATU, AT – Automatic tuning unit – automatyczna „skrzynka antenowa”, automatyczny układ dostrajania anteny w celu uzyskania najlepszego dopasowania. Zbędna na stosunkowo wąskich pasmach UKF.
- AUX, Auxiliary – oznaczenie gniazdka pomocniczego zawierającego różne sygnały potrzebne do współpracy z innymi urządzeniami j.np. wzmacniacze mocy, modemy do emisji cyfrowych.
- BAND, BND – pasmo, zakres częstotliwości,np. pasmo 20 m, albo pasmo fal krótkich (KF), przełącznik pasm.
- BFO – Beat frequency oscillator – generator dudnieniowy używany przy odbiorze telegrafii lub SSB. Dla wygody jest on często przestrajany w wąskim zakresie. Gałka służąca do jego przestrajania może też nosić nawę „CW PITCH”.
- BK, BK-IN, Break-in – w łącznościach telegraficznych tryb pracy umożliwiający podsłuch pomiędzy nadawanymi znakami lub słowami, polega na szybkim przełączaniu nadawanie-odbiór i z powrotem w momentach puszczania i naciskania klucza.
- BK-IN DELAY – opóźnienie przełączania w trybie BK.
- BURST, T.CALL – nadawanie tonu 1750 Hz do otwierania przemienników amatorskich.
- CALL, CALL CH – przełączenie na kanał wywoławczy. Jego częstotliwość jest zapisana fabrycznie lub przez użytkownika w specjalnie do tego celu przewidzianej pamięci.
- CAT – gniazdo (złącze) zdalnego sterowania radiostacji przez komputer.
- CI-V – gniazdo (złącze) zdalnego sterowania radiostacji przez komputer.
- CHG, Charging – ładowanie, przycisk lub inny element służący do włączenia ładowania wbudowanego akumulatora lub informacja na wyświetlaczu o tym fakcie.
- CLAR, Clarifier – gałka precyzyjnego strojenia odbiornika lub gałka odstrajania odbiornika w wąskim zakresie od częstotliwości nadawania – przy pracy SSB/CW.
- COM – gniazdo (złącze) zdalnego sterowania radiostacji przez komputer.
- COMMON – masa, przyłącze masy.
- COMP – kompresor mowy, poprawia „siłę przebicia” w łącznościach fonicznych, ale powinien być wyłączony przy pracy emisjami cyfrowymi PSK31 itp. Także wskaźnik poziomu kompresji.
- CTCSS – tony o częstotliwościach niższych od sygnału mowy (67 – 251 Hz), stosowane przy pracy przez przemienniki do otwierania blokady szumów – w pasmach od 28 MHz wzwyż; ENC – włączenie kodera czyli nadawania tonów, DEC – włączenie dekodera czyli uzależnienie otwarcia własnej blokady szumów od odbieranego tonu.
- CW – Continous Wave – wbrew dosłownemu znaczeniu („fala ciągła”) jest to historycznie ukształtowana nazwa telegrafii, pochodząca z czasów wypierania radiostacji iskrowych przez lampowe.
- DATA – gniazdko danych, przewidziane do podłączenia modemu przy pracy emisjami cyfrowymi. Oznacza też tryb transmisji danych (z wykorzystaniem sygnałów w gniazdku danych i często także z wyborem właściwego filtru p.cz.). Patrz też: DIG i PKT.
- DC IN – gniazdo zasilania prądem stałym (o niskim napięciu, przeważnie 12,5 – 13,8 V).

- DCS – Digital code squelch – cyfrowe kody przeznaczone do wywołania selektywnego, w krótkofalarstwie raczej rzadko stosowane.
- DIAL, Main Dial – gałka strojenia (w radiostacjach wyposażonych w dwa odbiorniki „Main Dial” oznacza gałkę strojenia głównego toru radiowego. DIAL oznacza też częstotliwość dostrojenia wskazywaną na wyświetlaczu.
- DIG, Digital – cyfrowy, oznaczenie emisji cyfrowych, tryb pracy radiostacji dla emisji cyfrowych. W wielu modelach korzystanie z sygnałów w gniazdach DATA, ACC itp. wymaga włączenia tego trybu lub trybu PKT. Patrz też: DATA.
- DSP – Digital signal processing – układ cyfrowej obróbki sygnałów, włączenie układu lub wybór jego funkcji. Do najczęściej występujących funkcji należą eliminatory szumów, zakłóceń i filtry zaporowe.
- DTMF – telefoniczne pary tonów używane w dostępie do Echolinku lub do zdalnego sterowania; klawiatura z koderem tonów.
- DUP – praca półdupleksowa, przez przemienniki. Patrz: RPT.
- DV – cyfrowy dźwięk, przejście do pracy w systemie cyfrowej transmisji dźwięku (D-STAR, DMR itd.).
- DW – Dual Watch – monitorowanie dwóch częstotliwości odbioru.
- DWN, Down – w dół, oznacza przeważnie przestrajanie częstotliwości w dół lub wybór niższego pasma.
- EAR, Earphone – oznaczenie gniazdka słuchawkowego.
- ELEC-KEY, PADDLE – gniazdko wejściowe klucza elektronicznego.
- EXT SPKR, EXT.SP – gniazdko dla zewnętrznego głośnika.
- F, FUNC – przycisk funkcyjny, służący w połączeniu z innymi do włączania dodatkowych funkcji.
- FAST – szybki, np. szybkie przestrajanie (z dużym krokiem), szybko reagująca ARW – automatyczna regulacja wzmocnienia.
- FILTER, FLT – filtr, wybór używanego filtru w odbiorniku, jeżeli jest zainstalowane więcej z nich. Mogą to być przykładowo standardowy filtr SSB, wąskopasmowy filtr SSB, filtr CW itd. Może także chodzić o dodatkowy filtr na wejściu odbiornika.
- FM – modulacja częstotliwości, stosowana w łącznościach od 28 MHz wzwyż (wąskopasmowa – NFM, NBFM, FM-N, FMN) lub w radiofonii UKF-owej (szerokopasmowa – WFM).
- GND – Ground – masa, uziemienie.
- HIGH, HI – najczęściej włączenie dużej lub maksymalnej mocy nadawania.
- IF-SHIFT, SHIFT – płynna regulacja szerokości pasma przenoszenia wzmacniacza pośredniej częstotliwości przez przesunięcie charakterystyki filtru, patrz: PBT. Oznaczenie używane w krótkofalowych radiostacjach YAESU.
- IF WIDTH – szerokość pasma przenoszenia wzmacniacza p.cz. W układach z cyfową obróbką sygnałów może być regulowana płynnie.
- IN – Input – wejście (sygnału danych, mikrofonowe itd.).
- IPO, IP+ – Intercept Point Optimalization – zwiększenie odporności odbiornika na przesterowania przez silne sygnały, patrz też: ATT. Wyłączenie funkcji IPO oznacza włączenie przedwzmacniacza w.cz., włączenie – jego pominięcie. Możliwe jest też jednoczesne włączenie tłumika i IPO.
- KEY – klucz (telegraficzny), gniazdko do podłączenia klucza sztorcowego.
- KEY SPEED, SPEED – regulacja szybkości telegrafowania dla klucza elektronicznego.
- KYR, KEYER – układ elektronicznego klucza telegraficznego (w wielu modelach wbudowany fabrycznie), także gniazdko do podłączenia klucza.
- LINEAR – gniazdko sterowania dodatkowym wzmacniaczem mocy (jeżeli jest on do tego przystosowany).
- LOCK, LCK – blokowanie klawiszy i innych elementów obsługi, np. na czas transportu urządzenia.
- LOW, LO – najczęściej obniżenie lub przełączenie na minimalną moc nadawania.

- LSB – Lower Sideband – dolna wstęga boczna w emisji SSB, w krótkofalarstwie używana w łącznościach fonicznych w zakresie poniżej 10 MHz, a także w łącznościach satelitarnych.
- M>A, M>VFO, M>V – przepisanie ustawień z aktualnej komórki pamięci do VFO(-A).
- MAIN – główny odbiornik w radiostacjach wyposażonych w dwa, przycisk (przełącznik) do jego wyboru.
- M-CH, M.CH – Memory channel – wybór komórki pamięci.
- M-CL – Memory clear – kasowanie zawartości wybranej komórki pamięci.
- MENU, MNU – wejście do menu konfiguracyjnego sprzętu.
- MHZ, 1MHZ – zmiana kroku przestrajania na 1 MHz.
- MIC, MICRO – oznaczenie gniazdka mikrofonowego a także gałki wysterowania wzmacniacza mikrofonowego (toru modulatora).
- MIC GAIN – regulacja wysterowania toru modulatora, poziom wysterowania wpływa na moc wyjściową nadajnika SSB, patrz: MIC.
- M.IN – Memory input – zapis częstotliwości i ustawień w pamięci.
- M.N. – Memory name – wyświetlanie nazw przypisanych pamięciom.
- MODE – wybór rodzaju emisji np. SSB, CW, AM, FM.
- MONITOR, MONI – podsłuch własnego sygnału nadawanego (w radiostacjach KF). W radiostacjach FM też otwarcie bokady szumów w celu nasłuchu słabszych sygnałów.
- MR – Memory Recall – przełączenie radiostacji w tryb pamięci, tzn. z wykorzystaniem zapisanych w pamięciach częstotliwości i innych ustawień.
- MUTE – wyciszanie.
- MW – Memory Write – zapis aktualnych ustawień w pamięci.
- NAR, NARROW – wąski, włączenie filtru o wąskim paśmie przenoszenia (w celu wyeliminowania lub przynajmniej osłabienia sygnałów zakłócających).
- NB – Noise blanker – eliminator zakłóceń impulsowych.
- NF, DNF, NOTCH, IF-NOTCH, A.N., A.NOTCH – Notch filter – filtr zaporowy, eliminator; eliminuje lub poważnie osłabia wybrane sygnały zakłócające. Jest on albo ręcznie przestrajany albo w układach cyfrowych – automatycznie po włączeniu. W rozwiązaniach cyfrowych nosi także oznaczenie DNF – cyfrowy – lub A.N., A.NOTCH – automatyczny.
- NR, DNR – Noise reduction – eliminator, a w praktyce ogranicznik zakłóceń szumowych (szumów), obecnie realizowany cyfrowo. Może on wówczas nosić oznaczenie DNR.
- OFF – wyłączenie (funkcji lub urządzenia).
- ON – włączenie (funkcji lub urządzenia).
- OUT – Output – wyjście (sygnału danych, głośnikowe itd.).
- P.AMP, PRE – Preamplifier – wstępny wzmacniacz w.cz., jego włączenie podwyższa czułość odbiornika ale zmniejsza jego odporność na modulację skrośną, wyłączenie zwiększa odporność. Patrz: AMP, IPO i ATT.
- PBT – Passband Tuning – płynna regulacja szerokości pasma przenoszenia toru pośredniej częstotliwości (p.cz.) – najczęściej przez przesuwanie charakterystyki przenoszenia jednego z filtrów lub za pomocą cyfrowej obróbki sygnałów (ang. DSP). Ułatwia wyeliminowanie sygnałów zakłócających odbiór korespondenta. Gałka regulacji nosi też w niektórych modelach radiostacji krótkofalowych (YAESU) oznaczenie SHIFT albo IF SHIFT.
- PBTC, PBT-CLR – Passband Tunning Clear – powrót do wyjściowej szerokości pasma po użyciu PBT.
- PHONE, PH – słuchawki, oznaczenie gniazdka słuchawkowego.
- PKT, Packet – tryb pracy radiostacji dla łączności packet-radio, przeważnie nie różni się od trybu pracy emisjami cyfrowymi wogóle, patrz: DATA, DIG.
- PO, PWR – Power – skala mocy wyjściowej na mierniku, miernik mocy wyjściowej.
- POW, TX PO – przełącznik mocy wyjściowej (klawisz).
- PRI, Priority – monitorowanie dwóch częstotliwości odbioru, z których jedna jest częstotliwością priorytetową.
- PROC – procesor mowy, patrz: COMP.

- PTT – Push To Talk – przełączanie na nadawanie, kluczowanie nadajnika, przełączanie nadawanie-odbiór (N-O). Na złączach AUX itp. występuje jako sygnał do sterowania dodatkowymi wzmacniaczami mocy.
- PWR, POWER – wyłącznik zasilania.
- RCL, Recall – wywołanie danych z pamięci.
- REM – gniazdko do podłączenia dodatkowej klawiatury służącej do zdalnego sterowania lub przestrajania.
- REV, Reverse – odwrócenie porządku częstotliwości stosowanego przy pracy przez przemienniki, np. w celu nasłuchu kanału wejściowego przemiennika.
- RF – 1) oznaczenie gałki regulacji wzmocnienia w.cz.; 2) Radio Frequency – wielka częstotliwość, w.cz., skrót używany np. w oznaczeniach wzmacniaczy w.cz. itp.
- RF GAIN – wzmocnienie w.cz., gałka regulacji wzmocnienia – regulacja możliwa przy wyłączonej automatycznej regulacji wzmocnienia (ARW).
- R.FLT – Roofing filter – wstępny (pierwszy w torze p.cz.) filtr pośredniej częstotliwości.
- RIT – gałka odstrajania odbiornika w wąskim zakresie od częstotliwości nadawania (np. +/-10 kHz).
- ROT – gniazdko sterowania obrotnicą antenową (jeżeli jest do tego przystosowana).
- RPT, Repeater – praca przez przemienniki z odstępem częstotliwości nadawania i odbioru, półdupleksowa; możliwa w pasmach od 28 MHz wzwyż.
- RTTY – amatorska transmisja dalekopisowa, niektóre modele radiostacji posiadają wbudowany dekoder RTTY. Przełączenie radiostacji na pracę RTTY powoduje bardzo często włączenie dostosowanego do niej filtru.
- SCAN, SCN, Scanning – przeszukiwanie pasma w poszukiwaniu sygnałów innych stacji.
- SET – wejście do menu konfiguracyjnego lub potwierdzenie dokonanego ustawienia.
- SHIFT – odstęp częstotliwości nadawania i odbioru przy pracy przez przemienniki, kierunek odstępu. W tym znaczeniu występuje w radiostacjach UKF. Patrz też PBT.
- SP, SPKR, Speaker – głośnik, oznaczenie gniazdka głośnikowego.
- SPEED – szybkość telegrafowania wbudowanego elektronicznego klucza telegraficznego.
- SPL, Split – praca z różnymi częstotliwościami nadawania i odbioru. Nieraz w ten sposób pracują oblegane stacje DX-owe.
- SP/PH – Speaker/Phone – oznaczenie wspólnego gniazdka głośnikowego i słuchawkowego.
- SSB – Single Sideband – emisja jednowstęgowa, z jedną wstęgą boczną w odróżnieniu od emisji AM, w której występują obie wstęgi boczne i fala nośna, patrz: LSB, USB.
- SQL, SQ, Squelch – blokada szumów, w odbiornikach FM wycisza nieprzyjemny szum występujacy przy braku odbieranego sygnału. Regulacja progu działania blokady szumów.
- STEP – wybór kroku, a więc i szybkości, strojenia.
- STO, Store – zapis bieżącej częstotliwości i innych ustawień w pamięci.
- SUB, Subband – drugi (pomocniczy) odbiornik, przycisk (przełącznik) do jego aktywowania, do wyboru.
- SWR Meter – miernik współczynnika fali stojącej (WFS) informującego o dopasowaniu lub niedopasowaniu anteny. WFS poniżej 2 można już uznać za dobry.
- TONE – służy przeważnie do włączenia nadawania dodatkowych tonów CTCSS lub kodów DCS, także sygnalizacja włączenia na ekranie.
- TS – Tuning step – przełączanie (wybór) kroku przestrajania, dużego dla szybkiego strojenia i małego – dla precyzyjnego.
- T.SEL., T.SET., T.S. – wybór tonu CTCSS (w radiostacjach UKF).
- T.SQL – włączenie dekodowania tonów CTCSS do otwierania wlasnej blokady szumów.
- TUNE – strojenie, praca w trybie strojenia, nadawanie standardowego sygnału dla ułatwienia dostrojenia anteny („skrzynki antenowej”), albo też włączenie automatycznej „skrzynki antenowej” – zależnie od modelu radiostacji. Także sygnalizacja włączenia automatycznej skrzynki.
- TUNER – włączenie „skrzynki antenowej” (obwodów dostrajania anteny); gniazdko do sterowania zewnętrznej „skrzynki antenowej” jeżeli jest ona do tego przystosowana.

- TUNING – strojenie; Fast Tuning – szybkie strojenie, Fine Tuning – strojenie precyzyjne.
- TWIN PBT – płynna regulacja szerokości pasma przenoszenia po stronach obu zboczy charakterystyki toru pośredniej częstotliwości (p.cz.), patrz: PBT.
- USB – Upper Sideband – górna wstęga boczna w emisji SSB, w krótkofalarstwie stosowana w łącznościach fonicznych powyżej 10 MHz, w łącznościach cyfrowych zawsze i również zawsze w łącznościach profesjonalnych.
- USB – gniazdo (złącze) służące do połączenia radiostacji z komputerem, zależnie od modelu może być używane albo do zdalnego sterowania albo też i do pracy emisjami cyfrowymi.
- UP – w górę, oznacza przeważnie przestrajanie częstotliwości w górę lub wybór wyższego pasma.
- VFO – przełączenie radiostacji na tryb z wykorzystaniem VFO, czyli z ciągłym strojeniem (w ramach wybranego zakresu). Do przestrajania VFO służy przeważnie główna gałka umieszczona na płycie czołowej. W radiostacjach posiadających dwa tory odbiorcze występują oznaczenia VFO-A i VFO-B. Patrz: A/B, A=B, A>B.
- V>M – zapis częstotliwości i ustawień z używanego VFO do pamięci.
- V/M, VFO/MEMO, VFO/M – przełączanie trybu pracy z VFO na tryb pamięci i odwrotnie. Zamiast płynnego strojenia wybierane są kolejno częstotliwości zapisane w pamięciach.
- VOL, Volume – siła głosu, regulacja siły głosu.
- VOX – Voice control – automatyczne przełączanie nadawanie-odbiór (np. pod wpływem głosu docierającego do mikrofonu).
- VOX GAIN – regulacja czułości VOX-u.
- VSC – Voice squelch control – blokada szumów otwierająca się tylko przy odbiorze mowy.
- XIT, ∆Tx – gałka odstrajania nadajnika w wąskim zakresie od wspólnej częstotliwości nadawania i odbioru (np. +/-10 kHz). Występuje rzadziej niż RIT.



Fot. 8.2. Płyta czołowa FT-991A

9. Propagacja fal radiowych

Warunkiem koniecznym dla nawiązania ineresującej łączności jest bycie we właściwym czasie na właściwym miejscu. Nie chodzi tu tylko o rzecz tak trywialną jak praca stacji w tym samym czasie i na tej samej częstotliwości ale o bycie w zgodzie z prawami fizyki dotyczącymi rozchodzenia się fal radiowych. Fale krótkie pozwalają na nawiązywanie dalekich łączności dzięki odbiciu elektromagnetycznych od jonosfery, a więc praca w pasmach, na których w danym momencie fale nie mogą być odbite ogranicza zasięgi do kilkunastu lub najwyżej kilkudziesięciu kilometrów. Natomiast największy wpływ na zjawiska związane z propagacją fal ultrakrótkich wywiera najniższa, przylegająca do powierzchni ziemi warstwa – tropofsfera. Z uwagi na obszerność tematu musi on być potraktowany w sposób w znacznym stopniu uproszczony i ograniczający się tylko do najważniejszych zjawisk i zależności.

Środowiskiem mającym największe znaczenie praktyczne w propagacji fal radiowych jest atmosfera ziemska. W jej skład wchodzą następujące gazy: tlen (O_2), azot (N_2), dwutlenek węgla (CO_2), tlenki azotu (NO_x), wodór (H_2), i gazy szlachetne hel, neon i argon. Poza tym atmosfera zawiera pewną ilość pary wodnej. Ilościowy skład atmosfery ulega zmianie wraz z wysokością, ale do wysokości około 100 km zmiany te są względnie niewielkie ponieważ na skutek istnienia termicznych prądów powietrznych, wstępujących i zstępujących dolne warstwy ulegają ciągłemu przemieszczaniu. Stosunkowo najsilniejszym zmianom ulega zawartość pary wodnej co powoduje w sprzyjających warunkach wystąpienie opadów deszczu lub śniegu. Na wysokości 30 – 60 km tlen występuje w postaci ozonu (O_3) ale powyżej mamy znowu do czynienia z jego klasyczną odmianą O_2. Powyżej stu kilkudziesięciu km występuje odmiana atomowa tlenu O, a nad nią warstwa atomowego azotu N.
Zmianom w funkcji wysokości ulegają także ciśnienie atmosferyczne i temperatura.
Atmosfera ziemska dzieli się na szereg warstw różniących między sobą właściwościami fizycznymi ale ich omawianie wykracza poza interesującą nas tematykę. Z punktu widzenia właściwości elektrycznych można ja podzielić natomiast na dwa zasadnicze obszary: neurosferę i jonosferę. W zaczynającej się od powierzchni ziemi i rozciągającej się do wysokości 60 km neurosferze występują tylko pojedyńcze naładowane cząsteczki gazów (jej dolna warstwa o grubości ok. 8 km zwana troposferą wpływa znacząco na propagację fal ultrakrótkich i mikrofal). Natomiast znajdująca się wyżej jonosfera obejmuje rozległe obszary gazów zjonizowanych i to właśnie jej rola w propagacji fal radiowych, a zwłaszcza dekametrowych czyli fal krótkich jest olbrzymia.

Zjawiska fizyczne

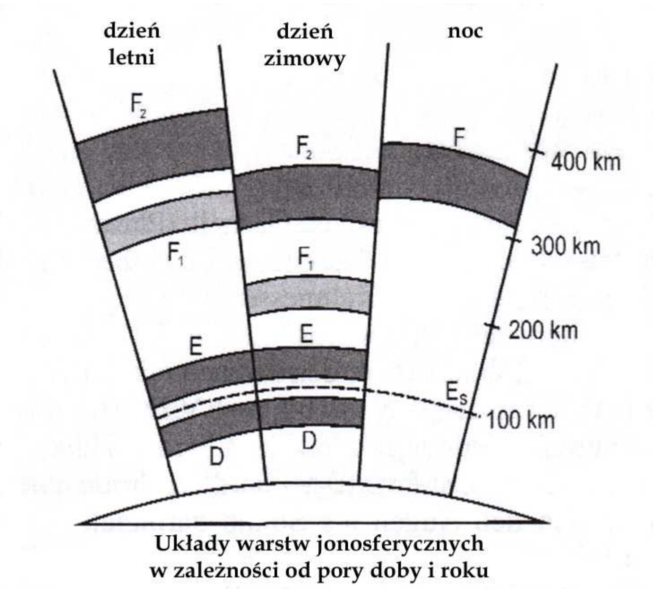
Głównym czynnikiem oddziałującym na atmosferę a tym samym na propagację fal jest Słońce. Promieniuje ono ciągłe widmo fal elektromagnetycznych: świetlnych o szerokim zakresie częstotliwości, promieniowanie ponadfioletowe, rentgenowskie (X), radiowe i promieniowanie korpuskularne. Od czasu do czasu dochodzi na Słońcu do gigantycznych wybuchów wyrzucających w przestrzeń znaczne ilości materii i powodujących szczególnie intensywną choć krótkotrwałą jonizację. Istotne znaczenie dla propagacji fal radiowych ma aktywność słoneczna, a jej widocznym objawem są plamy na Słońcu. Aktywność słoneczna (liczba plam) ulega cyklicznym zmianom przy czym do najbardziej znanych cykli należy cykl 11-letni (rys. 9.2). Jest to wartość średnia ponieważ w rzeczywistości zaobserwowano długości cyklu od 9 do 13 lat. Oprócz niego zaobserwowano również istnienie dłuższych cylkli: 22-letniego i innych, których omawianie wykraczałoby poza ramy niniejszego opracowania. Ich najbardziej zauważalnym skutkiem jest zmiana maksymalnych intensywności cykli 11-letnich – swego rodzaju modulacja ich amplitudy oddziałująca nie tylko na propagację fal ale wogóle na klimat ziemski.
Wskaźnikiem aktywności słonecznej jest względna liczba plam na jego powierzchni wyrażana tzw. liczbą Wolfa. Drugim z powszechnie przyjętych i publikowanych wskaźników aktywności jest strumień energii w paśmie 2,8 GHz (na fali ok. 10,7 cm). Oba wskaźniki są oczywiście ze sobą powiązane ale dla uproszczenia rezygnujemy z przytaczania odpowiednich wzorów. Plamy słoneczne są oczywiście rozłożone nierównomiernie na powierzchni Słońca dlatego też ich wpływ na propagację podlega dodatkowo wahaniom w 27-dniowym okresie obrotu Słońca wokół własnej osi.
Do jonizacji atmosfery ziemskiej przyczynia się też w pewnym stopniu promieniowanie kosmiczne składajace się z głównie z protonów i cząsteczek alfa. Cząsteczki te wpadając do atmosfery z wielką

prędkością wywołują na skutek zderzeń z atomami promieniowanie wtórne w postaci rozchodzących się wachlarzowato strumieni elektronów, mezonów, protonów i fotonów. Promieniowanie to jest wprawdzie słabym ale za to stałym czynnikiem jonizującym. Gwiazdy są zasadniczo silnym źródłem jonizacji, ale ze względu na olbrzymie odległości od ziemi znacznie słabszym niż Słońce. Na stan jonosfery wywiera również wpływ ziemskie pole magnetyczne. Dlatego też wszelkie jego zmiany i zaburzenia odbijają się na warunkach propagacji fal, a wskaźniki aktywności geomagnetycznej mają zapewnione stałe miejsce w prognozach propagacji.
Na jonizację atmosfery wpływają również w pewnym stopniu meteoryty, których znaczenie dla propagacji fal radiowych objawia się w szczególności w zakresie fal metrowych. Jest to jednak tylko jonizacja sporadyczna. Wyładowania atmosferyczne wywierają natomiast krótkotrwałe działanie jonizacyjne i to głównie w troposferze. Ich wpływ na jonosferę jest bardzo mały.
Propagacja fal radiowych rozchodzących się wzdłuż powierzchni ziemi i w mniejszym stopniu dla fal rozchodzących się w inny sposób jest uzależniona od właściwości elektrycznych warstw powierzchniowych i od pokrycia terenu. Ujmując rzecz możliwie najogólniej straty energii w na powierzchni ziemi są tym niższe im wyższe jest jej przewodnictwo (właściwe). Najlepsze pod tym względem są więc akweny wodne, przede wszystkim słonowodne, następnie grunty mokre i wilgotne, a na końcu skali znajduja się grunty suche. Głębokość wnikania fal a więc i grubość warstw odziaływujących na ich propagację zależy od długości fali i maleje wraz z nią – na falach krótkich są to głębokości rzędu metrów do poniżej metra dla górnej granicy zakresu. Poprawę przewodności gruntu w pobliżu anteny uzyskuje się przez zainstalowanie przeciwwag – układu przewodów znajdujących się albo na powierzchni ziemi albo płytko pod nią, czasami też na niewielkiej wysokości nad nią.
Nierówności terenu i jego pokrycie (w tym również roślinne, a zwłaszcza lasy) powoduje dodatkowe tłumienie fal radiowych.
Jonizacja gazu polega na wytrąceniu z jego poszczególnych atomów jednego lub więcej elektronów warstwy zewnętrznej. W jonosferze zachodzi ona głównie pod wpływem promieniowania ponadfioletowego i miękkiego rentgenowskiego Słońca lub zderzeń z korpuskułami pochodzenia słonacznego lub kosmicznego. Gaz zjonizowany zawiera oprócz elektrycznie obojętnych atomów i cząsteczek również pewną ilość swobodnych elektronów i dodatnio naładowanych jonów dzięki czemu ma właściwości przewodzące. Ze względu na to, że energia niezbędna do jonizacji gazu zależy od jego rodzaju, i na fakt, że gazy w atmosferze ziemskiej są rozmieszczone nierównomiernie oraz że energia kwantów promieniowania jest zależna od jego częstotliwości i oczywiście jest przez nie tracona w wyniku jonizacji gazu co oznacza zwiększenie tłumienia promieniowania w tym podzakresie częstotliwości jonizacja gazów w atmosferze ziemskiej nie jest równomierna, a wprost przeciwnie. Występują w niej pewne obszary lub warstwy o zwiększonej jonizacji przedzielone obszarmi słabiej zjonizowanymi. Stopnie czyli gęstości jonizacji każdej z warstw są różne. Poruszające się po przypadkowych torach elektrony i jony zderzają się również ze sobą przez co dochodzi do rekombinacji – ponownego połączenia elektronów z jonami i powstania neutralnych cząsteczek gazu. W jonosferze panuje więc stan dynamicznej równowagi, przy czym chwilowy stopień jonizacji ulega ciągłym fluktuacjom.
Wypadkowa gęstość jonizacji – gęstość elektronowa – zależna jest od natężenia docierającego do ziemi promieniowania i zmienia się w cyklu dobowym, rocznym (spowodowanym przez zmiany stosunku czasu naświetlenia do długości doby a także przez zmiany kąta naświetlenia) i w cyklach zależnych od aktywności Słońca. Do pewnego stopnia rolę odgrywa też 27-dniowy okres obrotu Słońca wokół własnej osi.

Warstwy jonosferyczne

Obszarami jonosferycznymi wywierającymi istotny wpływ na propagację fal radiowych są warstwy D, E i najwyższa F – rozdzielająca się w okresach intensywnego napromieniowania na dwie warstwy F1 i F2 (rys. 9.1). Warstwy te istnieją bądź stale bądź też tworzą się regularnie w określonych warunkach dlatego też są nazywane warstwami regularnymi. Rozdzielające je minima są wprawdzie płytkie ale jednak mierzalne. Oprócz nich w jonosferze tworzą się jeszcze warstwy sporadyczne, z których najistotniejszą dla propagacji fal jest warstwa Es.
Najniżej położonym obszarem regularnym jest warstwa D rozciągająca się na od około 60 do około 90 km nad powierzchnią ziemi, przy czym jej maksimum wypada na wysokości 70–80 km. Warstwa ta odbija fale kilometrowe, a więc wywiera znaczący wpływ na propagację fal długich. Niestety jedno-

cześnie tłumi ona dość silnie fale z dolnego zakresu fal krótkich. Warstwa ta powstaje stosunkowo szybko po wschodzie Słońca a po jego zachodzie zanika równie szybko w wyniku rekombinacji. Powyżej warstwy D, na wysokościach 90–130 km rozciąga się warstwa E, której główną cechą jest regularność zachodzących w niej zjawisk. Odbijają się od niej w nocy głównie fale długie i średnie a w dzień także fale z dolnego zakresu fal krótkich. Gęstość elektronowa warstwy E jest w dzień znacznie mniejsza w zimie niż w lecie. W nocy jej gęstość elektronowa znacznie maleje, także przy zachowaniu różnicy między latem i zimą, jednakże w dalszym ciągu jest ona w stanie odbijać fale długie i średnie.

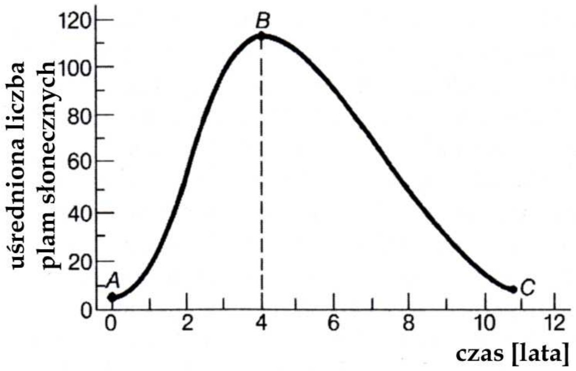


Rys. 9.1. Układ warstw jonsferycznych w zależności od pory doby i roku (źródło [9.3])

Na wysokości 130–200 km rozpoczyna się warstwa F dochodząca do około 450 km. W warunkach intensywnego naświetlenia – w letni dzień – występują w niej dwa maksima oznaczane jako F1 i F2. Warstwa F2 pomimo, że nie odznacza się taką regularnością jak E to jednak istnieje stale w normalnych warunkach jonosferycznych i to jej stan decyduje o warunkach propagacji fal krótkich. Obszar ten odznacza się dużą wrażliwością na zaburzenia jonosferyczne.
Obszar F1 pojawia się natomiast w dzień i to praktycznie tylko w lecie, a w zimie tylko czasami w warunkach dużej aktywności słonecznej. Jego maksimum wypada na wysokości około 160 – 200 km. Dla propagacji fal radiowych ma on znaczenie raczej drugorzędne, a nawet zachodzącą w niej absorbcję można uznać w pewnym stopniu za szkodliwą.
W porze nocnej, a w zimie także w dzień istnieje tylko pojedyńcza warstwa F2, oznaczana czasami w literaturze w tej sytuacji jako warstwa F. Dzięki znacznemu rozrzedzeniu atmosfery na tych wysokościach rekombinacja w warstwie F2 zachodzi stosunkowo wolniej i dlatego może ona utrzymać się dłużej nawet bez dostatecznego naświetlenia. Maksimum jonizacji obszaru F2 leży w dzień w zimie i w warunkach słabszej aktywności słonecznej na wysokości około 210 km, a w warunkach letnich – na wysokości około 260 km. W nocy znajduje się ono na wysokości około 320 km. Maksimum to jest w zimowy dzień silniejsze aniżeli w letni ze względu na mniejsze rozszerzanie się gazów w zimowych warunkach termicznych. Od warstwy F2 odbijają się fale krótkie o średnich i większych częstotliwościach aż do omówionej dalej granicy możliwości ich odbijania. Leżąca na wysokości 700–800 km warstwa G nie ma większego znaczenia dla propagacji fal radiowych.
Spośród warstw sporadycznych najważniejszą i najczęściej występującą jest sporadyczna warstwa E nosząca oznaczenie Es. Znajduje się ona w obszarze stałej warstwy E i składa się z obłoków o dosyć silnej koncentracji elektronów i zmiennej strukturze. Jej grubość jest bardzo mała. Warstwa Es występuje głównie w lecie – pomiędzy majem a sierpniem na półkuli północnej. Warstwa ta może utrzymywać się nawet przez kilka godzin i ma głównie znaczenie dla propagacji fal w dolnym zakresie UKF, a więc dla pasm amatorskich 50, 70 i czasami też 144 MHz.

Dobowy i sezonowy układ warstw

Systematyzując przedstawione powyżej zależności można rozróżnić cztery zasadnicze przypadki: dzień letni i zimowy, oraz lenią i zimową noc.
W lecie w dzień istnieją cztery warstwy: D, E, F1 i F2, natomiast w zimie w dzień występują tylko trzy: D, E i F2. Gęstość elektronowa warstw D i E jest w zimie niższa aniżeli w lecie, a w warstwie F2 panuje sytuacja odwrotna, w dzień, a zwłaszcza popołudniami jest ona w zimie dużo wyższa niż w lecie.
W nocy warstwa D zanika całkowicie, niezależnie od pory roku, a gęstość elektronowa warstwy E znacznie maleje, jest więc ona w zimową noc mniejsza aniżeli w letnią. Główną warstwą zarówno w noc zimową jak i letnią pozostaje F2, z tym że w zimie jej gęstość elektronowa jest mniejsza aniżeli w lecie.



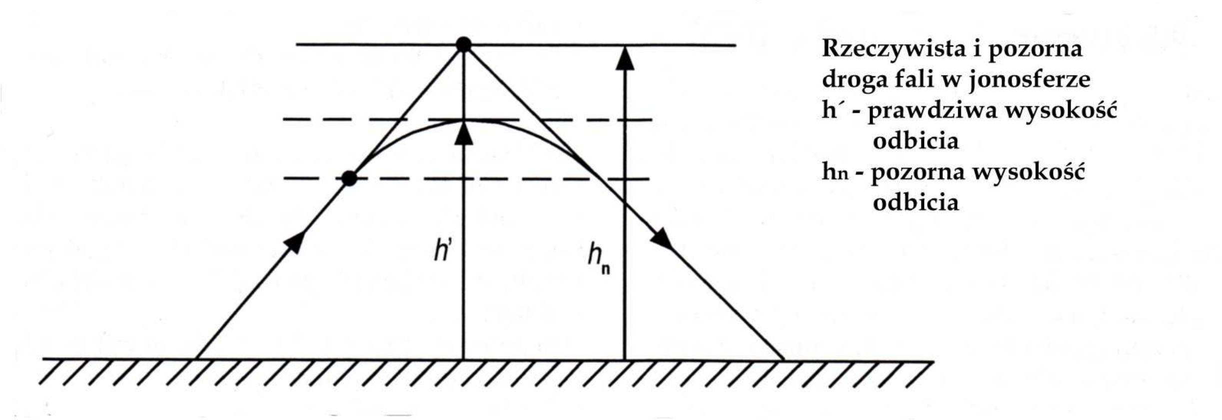
Cykl słoneczny uśredniony od 1749 roku
A - minimum
B - maksimum 112
A - B 4 lata
B - C 6,8 roku
A - C 10,8 roku

Rys. 9.2. Typowy przebieg 11-letniego cyklu aktywności słonecznej (źródło [9.3])

Rodzaje fal i sposoby ich propagacji

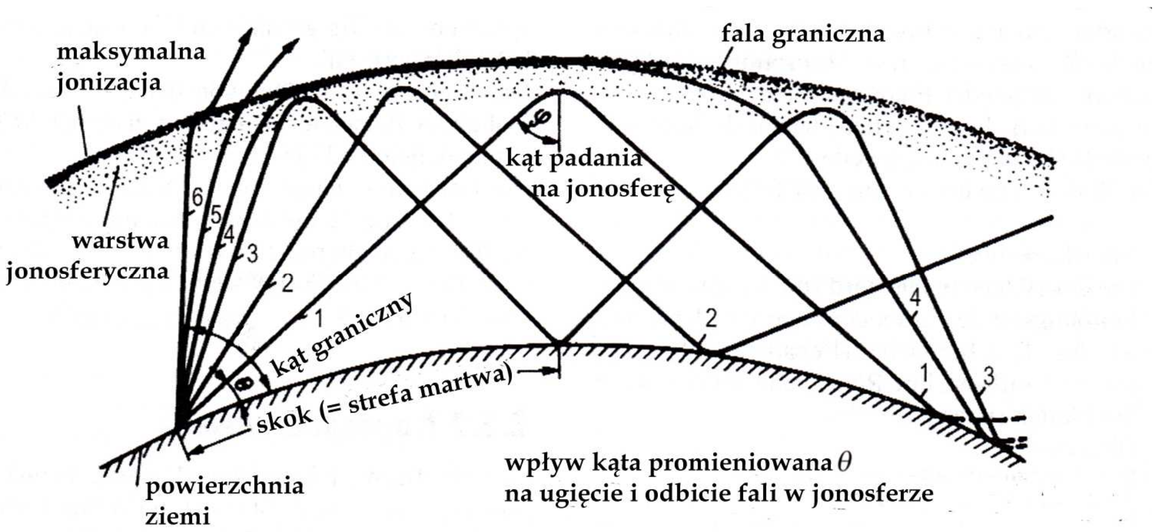
W zależności od dominującego wpływu środowiska na właściwości propagacji rozróżniamy następujące rodzaje fal radiowych:
– fale przyziemne,
– fale troposferyczne,
– fale jonosferyczne.
Fale przyziemne rozchodzą się w pobliżu powierzchni ziemi nie korzystając z pośrednictwa żadnej warstwy atmosferycznej, przy czym należy tutaj rozróżnić dwa przypadki: fali powierzchniowej rozchodzącej się bezpośrednio po powierzchni ziemi i fali przestrzennej występującej wówczas gdy jedna lub obie anteny znajdują się na pewnej wysokości nad ziemią. Propagację troposferyczną jako dotyczącą głównie fal ultrakrótkich omówimy w jednym z kolejnych odcinków cyklu. Dla fal krótkich istotne są więc dwa pozostałe mechanizmy propagacji – propagacja fal przyziemnych i jonosferycznych. Zasięg fal przyziemnych wynosi od kilkudziesięciu do około 100 km dla dolnych pasm krótkofalowych i zmniejsza się do kilkunastu km dla górnych – jest on w znacznym stopniu zależny od właściwości elektrycznych powierzchni ziemi, dlatego też zasięgi te nalezy traktować jako orientacyjne. Jedynie na falach długich i średnich zapewniają one zasięgi kontynentalne i dalsze. Łączności na dystansach dłuższych od wymienionych odbywają się więc wyłącznie za pośrednictwem fal odbitych od jonosfery. W zależności od pasma i konkretnej sytuacji pomiędzy granicą zasięgu fal przyziemnych a obszarem naświetlanym przez fale odbite od jonosfery może istnieć obszar, w którym odbiór jest niemożliwy. Jest to tzw. strefa martwa.

Jonosfera rzeczywista nie jest jednorodna, gdyż gęstość elektronowa zmienia się w każdym z jej obszarów osiągając na pewnych wysokościach maksima. Fale radiowe nie odbijają się od niej jak od powierzchni zwierciadła na pewnej ustalonej wysokości, a wnikają w jej głąb przy czym ich tor ulega coraz większemu zakrzywieniu aż do zawrócenia ich kierunku w stronę ziemi (rys. 9.3). Głębokość wnikania fali do jonosfery zależy od kąta jej padania i rośnie w miare wzrostu częstotliwości, co oznacza, że dla pewnej częstotliwości przeniknie ona na poza warstwę i nie zostanie odbita w kierunku ziemi. Częstotliwość dla której nie występuje już odbicie nosi nazwę częstotliwości granicznej. Najwyżej w głąb wnika fala padająca pionowo na jonosferę co oznacza, że częstotliwość graniczna jest w tym przypadku najniższa. Nosi ona nazwę częstotliwości krytycznej i jest regularnie obserwowana przez jonosferyczne stacje pomiarowe.



Rys. 9.3. Przebieg odbicia fali elektromagnetycznej w jonosferze (źródło [9.3])

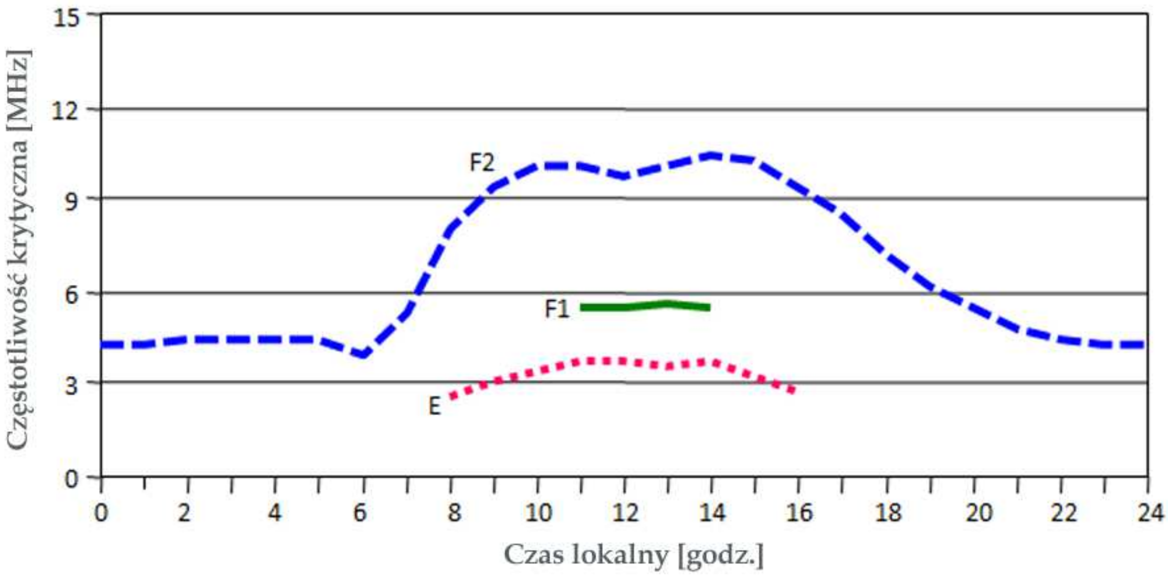
Częstotliwości graniczne dla fal padających ukośnie są zależne od kąta padania i rosną w miarę oddalania się tego kąta od pionu. Zależność ta nosi nazwę prawa sekansa. Pozwala ona na odbliczanie częstotliwości granicznych dla dowolnych kątów padania na podstawie częstotliwości krytycznej lub częstotliwości granicznej dla innego znanego kąta padania. Oprócz częstotliwości krytycznej publikowane są wybrane częstotliwości graniczne dla standardowych zasięgów (czyli kątów padania) – przykładowo dla zasięgów rzędu 2000, 3000 lub 4000 km zależnie od warstwy. Częstotliwości te są zwane maksymalnymi częstotliwościami użytkowymi (ang. Maximum Usable Frequency) i są oznaczane skrótem MUF. Należy jednak pamiętać, że z powodu dynamicznie zmieniającego się stanu jonosfery jest to swego rodzaju średnia statystyczna, a nie sztywna wartość. Oczywiście wartości MUF są różne dla każdej z warstw.
Fale o częstotliwościach zbliżonych do MUF są słabiej tłumione aniżeli dłuższe, ale biorąc pod uwagę zmienność MUF jako optymalną częstotliwość pracy (Fréquence Optimum de Traffic) FOT przyjmuje się dla warstwy F2 0,85 wartości MUF, a w praktyce oczywiście leżącą w paśmie najbardziej do niej zbliżonym. Wartość FOT dla warstwy E jest prawie równa jej MUF (0,97 MUF).
Ponieważ w porze dziennej fale dolnego zakresu KF są tłumione przez warstwę D i częściowo również przez warstwę E zakres użyteczny jest w tym czasie ograniczony również od dołu, przy czym dolna częstotliwość graniczna jest oznaczana jako LUF (Lowest Usable Frequency). Zwiększenie mocy nadawania pozwala na skompensowanie w pewnym stopniu wpływu tłumienia dlatego też wartość LUF jest zawsze podawana dla określonej mocy. W nocy warstwa D zanika całkowicie, a gęstość elektronowa warstwy E malaje do tego stopnia, że zakres użyteczny KF nie jest ograniczony od dołu.
Przypadkiem najczęściej występującym jest jednorazowe odbicie fali od odpowiedniej warstwy jonosfery i jej powrót na ziemię ale istnieje również propagacja wieloskokowa, kiedy fala padająca na powierzchnię ziemi po pierwszym odbiciu odbija się od niej i trafia ponownie do jonosfery, gdzie ulega dalszemu odbiciu (rys. 9.4). Zasadniczo możliwe jest wystąpienie większej liczby takich odbić ale każde odbicie od powierzchni ziemi wiąże się ze znacznymi stratami energii, a poza tym jonosfera musi mieć w miejscu drugiego odbicia odpowiedni stopień jonizacji więc przypadki łączności z wykorzystaniem odbić wielokrotnych są z natury rzeczy rzadsze aniżeli łączności przez odbicie pojedyńcze.
Oprócz odbić wielokrotnych od tej samej warstwy (najczęściej F2) możliwe są także odbicia od dwóch warstw (najczęściej E i F2) w różnych kolejnościach.



Rys. 9.4. Wpływ kąta promieniowania fali na ugięcie i odbicie fali w jonosferze. Powstawanie odbić wielokrotnych. Fala padająca pod kątem granicznym (fala nr 4) rozchodzi się na dłuższym odcinku w obszarze maksymalnej jonizacji po czym jako odbita powraca na ziemię w znacznej odległości od anteny

Zaniki odbioru

Zjawiskiem charakterystycznym dla odbioru radiowego, nie tylko w zakresie fal krótkich są zaniki. Ich występowanie na KF jest spowodowane interferencją (nakładaniem się na siebie) fal docierających do odbiornika różnymi drogami. Antena nadawcza promieniuje fale w całym wachlarzu kątów zależnym od jej charakterystyki kierunkowej co oznacza, że padają one na jonosferę również pod różnymi kątami i z tego powodu docierają do odbiornika wieloma drogami o nieco różnej długości. Fale odbierane wielodrożnie sumują sie w antenie i w zależności od ich faz suma ta ulega wzmocnieniu bądź osłabieniu. Dynamiczne zmiany stanu jonosfery powodują, że sytuacja nie jest stabilna i ulega dość częstym zmianom – pojawianiu się i zanikaniu sygnału odbieranej stacji. Dla przeciwdziałania skutkom zaników odbiorniki długo-, średnio- i krótkofalowe są wyposażone w automatyczną regulację wzmocnienia – ARW (ang. *Automatic Gain Control, AGC*).
Drugim rodzajem zaników są zaniki polaryzacyjne spowodowane zmianami polaryzacji fali odbitej przez jonosferę. Powoduje to mniejszą lub większą niezgodność polaryzacji odbieranej fali z polaryzacją anteny i w związku z tym wahania napięcia sygnału na jej zaciskach.
Trzecim istotnym powodem zaników jest zmieniająca się jonizacja niższych warstw jonosfery. Powoduje to zmiany tłumienia przechodzących przez nie fal co w konsekwencji wywołuje zaniki absorbcyjne.
W czasie silniejszych wybuchów słonecznych do ziemi docierają silne strumienie wyrzucanych przez nie cząstek powodujące silny wzrost stopnia jonizacji dolnych warstw atmosfery (i równoczesne zmniejszenie stopnia jonizacji warstwy F2). Tłumienie warstw dolnych D i E może wzrosnąć nawet do tego stopnia, że uniemożliwi odbicia fali od warstwy F2 i w efekcie prowadzenie łączności w przeważającej części lub nawet w całym zakresie fal krótkich. Zjawisko to nosi nazwę wygaszenia radiowego, a jego szczególnym przypadkiem (spowodowanym nagłym wzrostem jonizacji warstwy D) jest zanik powszechny noszący również nazwę efektu Mögel-Dallingera. O ile wygaszenie radiowe może trwać od kilku godzin do kilku dni o tyle efekt Mögel-Dallingera trwa przeważnie od kilku minut do kilku godzin.



Rys. 9.5. Przykładowy przebieg częstotliwości krytycznej w zimie w okresie maksymalnej aktywności Słońca. MUF (4000) dla warstwy F2 i MUF (2400) dla warstwy E są około 3,2 raza wyższe

Właściwości krótkofalowych pasm amatorskich

Dla podsumowania wszystkich powyższych rozważań i ich wpływu na radiokomunikację amatorską przedstawiamy skrótowo najważniejsze cechy charakterystyczne krótkofalowych pasm amatorskich.

Pasmo 160 m (1810 – 2000 kHz): silna zależność od właściwości gruntu, w lecie wysoki poziom zakłóceń atmosferycznych, w dzień silna absorbcja przez warstwę D – możliwe tylko łączności na fali przyziemnej, najlepsze możliwości łączności w zimowe noce, dobre w noce jesienne i wiosenne, zwłaszcza krótko przed wschodem Słońca i w okresie minimum plam słonecznych (minimum aktywności Słońca), zasięgi na fali przestrzennej do kilku tysięcy km, strefa martwa przeważnie nie występuje.

Pasmo 80 m (3500 – 3800 kHz): potocznie nazywane pasmem krajowym, silne tłumienie w dzień przez warstwę D, szczególnie w lecie, maksimum tłumienia orientacyjnie między godz. 9 i 16, w zimie tłumienie niższe i maksimum ograniczone do godz. 11 – 15, zasięgi na fali przyziemnej do 100 km, w zimie większe, po zmierzchu zasięgi do 1000 km rosnące w ciągu nocy, najniższa absorbcja przed świtem, wówczas możliwe zasięgi światowe, w nocy strefa martwa ok. 500 km lub więcej.

Pasmo 40 m (7000 – 7200 kHz): potocznie nazywane pasmem europejskim, sytuacja podobna jak dla pasma 80 m ale dalsze zasięgi, w dzień prawie zawsze zasięgi do 1500 km i strefa martwa ok. 100 km, rankami w zimie zasięgi zamorskie w kierunku zachodnim a wieczorami zamorskie w kierunku wschodnim, łączności dalekie funkcjonują lepiej w okresie minimum aktywności słonecznej, strefa martwa najszersza około północy w zimie eliminuje znaczną część stacji europejskich ułatwiając łączności DX-owe.

Pasmo 30 m (10,1 – 10,15 MHz): pasmo dzienne i nocne, dobre warunki DX-owe o wszystkich porach dnia i roku, dobowa zmienność warunków mniejsza niż w paśmie 40 m, dzięki niższemu tłumieniu przez warstwę D atrakcyjne możliwości DX-owe także z rejonami trudnymi do osiągnięcia, zawody niedozwolone, dozwolone wyłącznie telegrafia i emisje cyfrowe, pasmo popularne wśród miłośników łączności cyfrowych, praca fonią dozwolona tylko w wyjątkowych sytuacjach.

Pasmo 20 m (14,0 – 14,35 MHz): główne pasmo DX-owe zwane królową pasm, w okresie maksimum plam słonecznych stale możliwe łączności światowe, strefa martwa w dzień ok. 400 km, w nocy do 4000 km, z tego powodu mniej przydatne do łączności wewnątrzeuropejskich, w okresie minimum

aktywności słonecznej łączności DX-owe tylko w dzień, strefa martwa ok. 1000 km, warunki korzystne gdy część trasy leży w strefie nocnej, najlepsze warunki w porze równonocy jesiennej i wiosennej, niski poziom zakłóceń atmosferycznych.

Pasmo 17 m (18,068 – 18,168 MHz): warunki zbliżone do pasma 20 m, częściowo także do warunków panujących w paśmie 15 m ale dłużej otwarte, propagacja stabilniejsza (mniej kapryśna) niż w paśmie 15 m, zawody niedozwolone, pasmo DX-owe, zakłócenia atmosferyczne bardzo rzadkie.

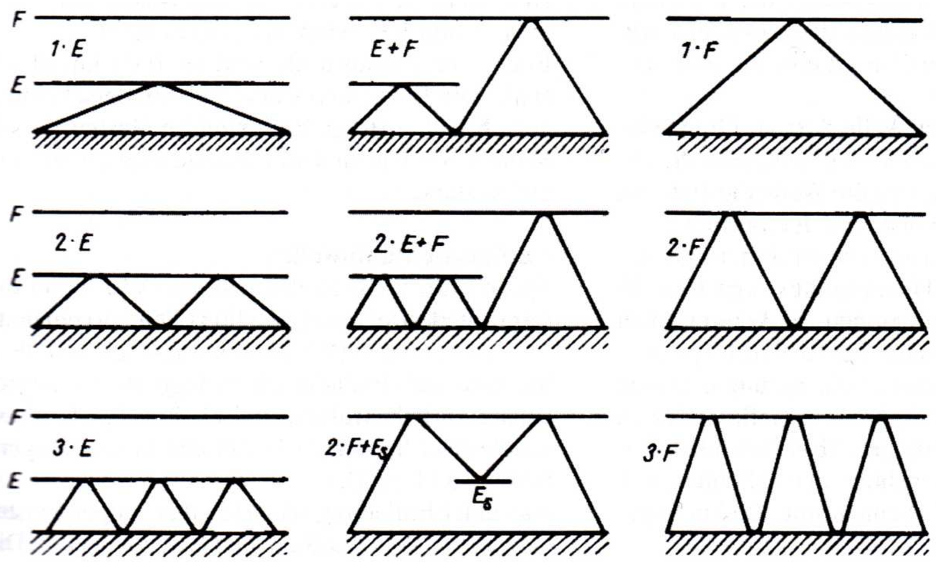
Pasmo 15 m (21,0 – 21,45 MHz): silna zależność od cykli aktywności słonecznej, w maksimum otwarte przez znaczną część doby z wyłączeniem kilku godzin nocnych, duże zasięgi przy małych mocach, w okresie minimum bezużyteczne przez całą zimę i w lecie nocami, praktycznie brak zakłóceń atmosferycznych, czasami możliwe odbicia od warstwy sporadycznej Es dające zasięgi ok. 2000 km.

Pasmo 12 m (24,89 – 24,99 MHz): dzienne pasmo DX-owe, właściwości zbliżone do pasma 10 m ale trochę dłużej otwarte, silna zależność od aktywności słonecznej, w pobliżu minimum niemożliwe łączności DX-owe, zawody niedozwolone.

Pasmo 10 m (28,0 – 29,7 MHz): bardzo silna zależność od cyklu aktywności słonecznej, w maksimum w dzień możliwe stabilne połączenia międzykontynentalne z małymi mocami (rano w kierunku Pacyfiku, wieczorami w kierunku zachodnim), strefa martwa dochodzi do 4000 km, możliwe łączności także na długich trasach (okrążających ziemię i docierających do korespondenta z przeciwnej strony) rano z kierunku Ameryki Łacińskiej a wieczorem z kierunku Pacyfiku, w okresie minimum plam słonecznych czynne w dzień tylko przez parę godzin, możliwe są też zawsze dobrze funkcjonujące połączenia lokalne jak łatwo przekonać się obserwując sytuację w sąsiadującym z nim paśmie CB 11 m, do pewnego pobudzenia aktywności przyczyniają się instalowane tu i ówdzie przemienniki FM, czasami możliwe także łączności przez odbicia od warstwy sporadycznej Es.

Tabela 9.1
Przydatność pasm amatorskich w zależności od warunków propagacji (N = noc, D = dzień; źródło [9.2])

Pasmo [m]	Aktywność słoneczna	Łączności europejskie			Łączności światowe		
		Wiosna i jesień	Lato	Zima	Wiosna i jesień	Lato	Zima
160	maks.	N	N	N			
	min.	N	N	N			
80	maks.	N	N	N			
	min.	N	N	N	N		N
40	maks.	D	D+N	D	N	N	N
	min.	D	D+N	D	D+N	D+N	D+N
30	maks.	D+N	D+N	D+N	D+N	D+N	D+N
	min.	D+N	D+N	D+N	D+N	D+N	D+N
20	maks.	D	D	D	D+N	D+N	D+N
	min.	D	D	D	D	D	D
17	maks.	D	D	D	D+N	D+N	D+N
	min.	D	D	D	D	D	D
15	maks.	D	D	D	D	D+N	D
	min.		D			D	
12	maks.	D	D		D		D
	min.						
10	maks.	D	D		D		D
	min.						

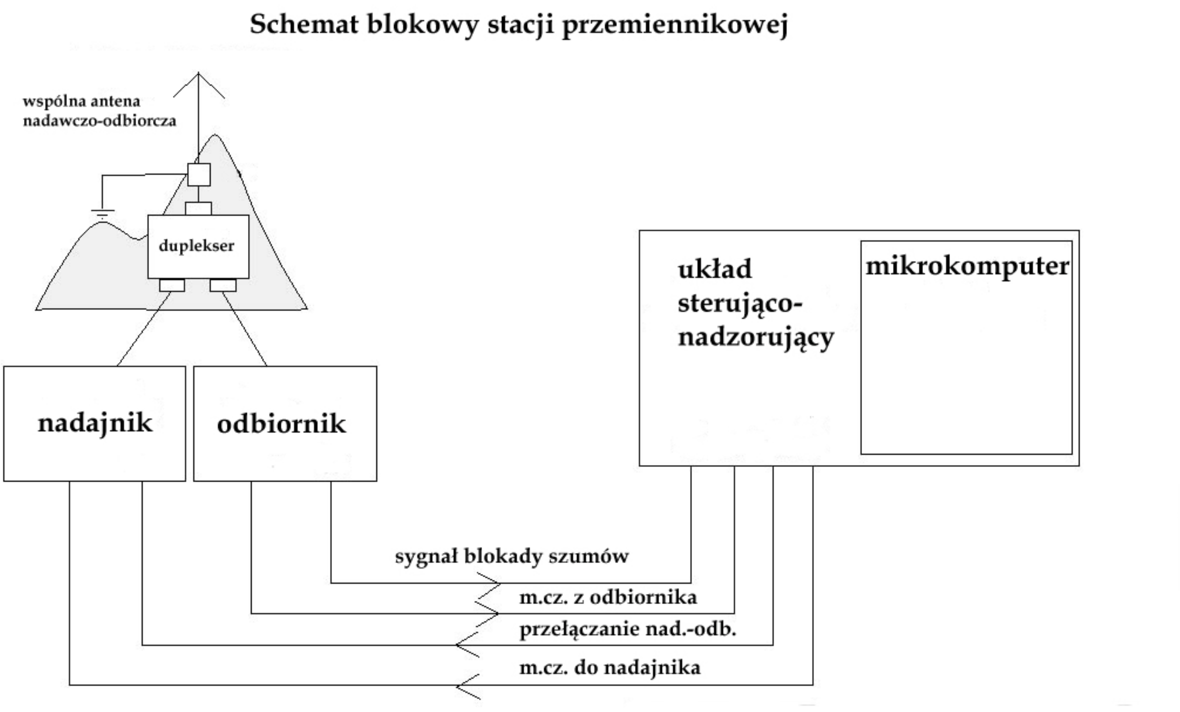


Rys. 9.6. Odbicia wielokrotne od tej samej lub różnych warstw dają wyraźnie zwiększenie zasięgów, ale niektóre konstelacje warstw zdarzają się stosunkowo rzadko i są krótkotrwałe

10. Praca przez przemienniki

Stacje przenośne i przewoźne mają w pasmach UKF z natury rzeczy znacznie ograniczony zasięg. Jego rozszerzenie zapewniają stacje przemiennikowe zainstalowane w szczególnie dogodnych miejscach. Odbierają one sygnały stacji amatorskich na częstotliwości wejścia i równolegle retransmitują je na częstotliwości wyjściowej. Sposób ten stosowany jest od dawna nie tylko w służbie amatorskiej, ale przede wszystkim w łącznościach profesjonalnych.

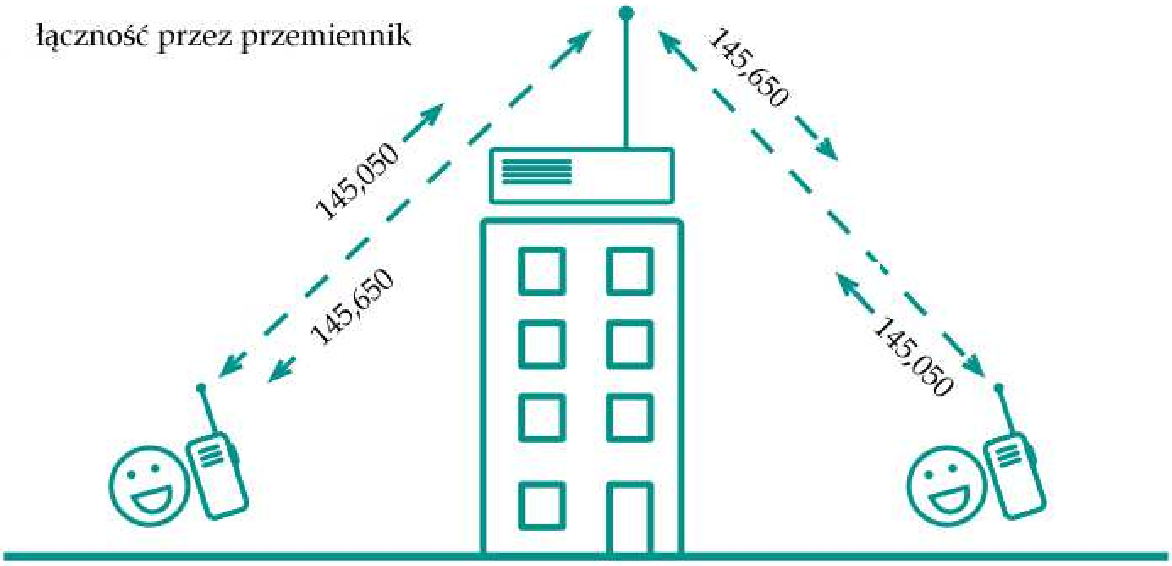
Stacja przemiennikowa (rys. 10.1) składa się z odbiornika i nadajnika pracujących w jednym z pasm amatorskich, najczęściej 2 m, 70 cm albo 23 cm, zwrotnicy antenowej (dupleksera), anteny i układu sterowania. Duplekser czyli zwrotnica antenowa zapobiega przedostawaniu się sygnału nadawanego na wejście odbiornika, co mogłoby spowodować nie tylko jego zablokowanie ale również i uszkodzenie. Układ sterujący kieruje pracą przemiennika, dekoduje ewentualne sygnały służące do jego uruchomienia przez użytkowników (ton wywoławczy 1750 Hz, tony CTCSS), nadaje w odpowiednich odstępach czasu jego znamiennik czyli znak wywołwczy, nadzoruje czas nadawania, a także może umożliwiać zdalne sterowanie przemiennika przez jego operatora. We współczesnych rozwiązaniach przeważnie zawiera on mikrokomputer. Anteny fonicznych stacji przemiennikowych są zawsze spolaryzowane pionowo i są one najczęściej dookólne.
Przeważająca większość analogowych stacji przemiennikowych pracuje z modulacją FM. Oprócz nich istnieją przemienniki cyfrowe D-STAR, DMR, C4FM itd. ale nimi zajmiemy się w dalszej kolejności. W większości krajów, w tym i w Polsce stałe przemienniki różnią się od pozostałych stacji amatorskich znakami wywoławczymi. W Polsce otrzymują one znaki z prefiksem SR, przykładami znaków wywoławczych przemienników mogą być więc SR5WC, SR9P itd. W Niemczech noszą one prefiksy DB0, a w Austrii pierwszą literą po prefiksie jest litera X, przykładami będą więc odpowiednio DB0EL i OE1XUU.



Rys. 10.1. Uproszczony schemat blokowy stacji przemiennikowej

Kanały przemiennikowe

Odstęp między częstotliwościami nadawania i odbioru (ang. *offset*) stacji przemiennikowej w paśmie 2 m wynosi obecnie -600 kHz. Oznacza to, że jeżeli przykładowo przemiennik nadaje – czyli jest odbierany przez użytkowników – na częstotliwości 145,600 MHz to jego częstotliwość odbioru wynosi 145,000 MHz. Użytkownik pragnący z niej korzystać musi więc zaprogramować w radiostacji częstotliwość odbioru 145,600 MHz, a częstotliwość nadawania o 600 kHz niższą czyli 145,000 MHz. Ten tryb pracy nazywany jest pracą półdupleksową.



Rys. 10.2. Zasada łączności przez przemiennik

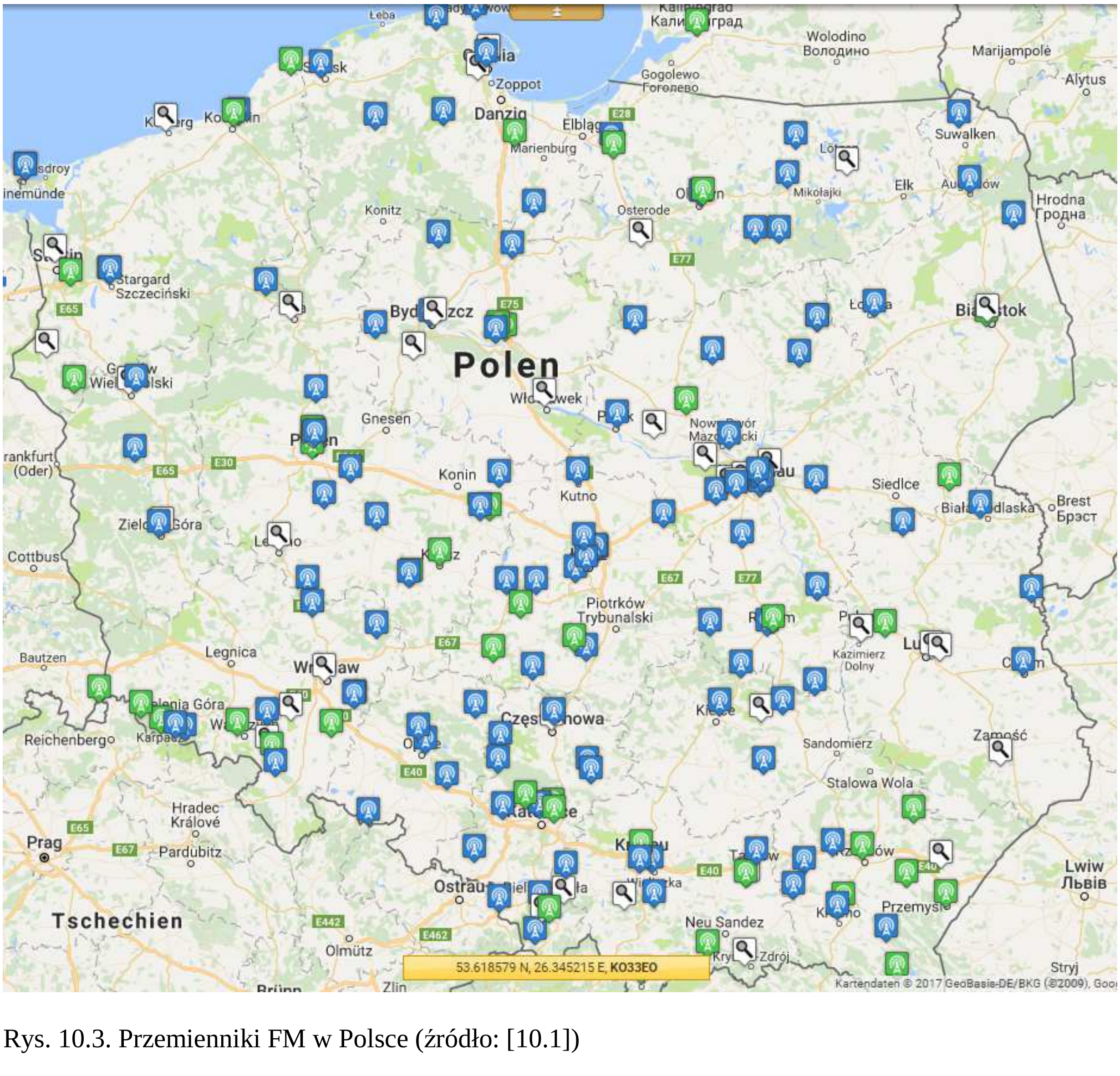
Kanały przemiennikowe w paśmie 2 m leżą między 145,600 i 145,7875 MHz, a odstępy między nimi wynoszą 12,5 kHz. W specjalnych przypadkach i w niektórych krajach używane są również kanały spoza tego podzakresu. Częstotliwości i oznaczenia kanałów przemiennikowych używanych w Polsce podano w tabeli 10.1.
O ile w paśmie 2 m standard ten jest stosowany w całym I regionie IARU o tyle w paśmie 70 cm sprawa jest bardziej skomplikowana. W części krajów europejskich, w tym również w Polsce, Niemczech, Austrii, Czechach i na Słowacji odstęp częstotliwości wynosi -7,6 MHz, a częstotliwości nadawcze przemienników leżą w zakresie 438,650 – 439,425 MHz. W krajach skandynawskich i na Węgrzech gdzie pasmo 70 cm jest ograniczone do zakresu 432–438 MHz stosowany jest odstęp -1,6 MHz i kanały wyjściowe przemienników leżą w zakresie 434,600 – 434,975 MHz, w Wielkiej Brytanii stosowane jest przyporządkowanie odwrotne: odstęp wynosi +1,6 MHz, a kanały wyjściowe leżą w zakresie 433,000 – 433,375 MHz. Również we Francji, Belgii i Holandii stosowany jest odstęp +1,6 MHz przy kanałach wyjściowych leżących między 430,0125 – 430,375 MHz.
Współczesne radiostacje FM na pasma 2 m i 70 cm mają możliwość ustawienia nie tylko wartości ale i znaku odstępu, a w radiostacjach dwupasmowych oczywiście odbywa się to oddzielnie dla każdego zakresu. Przejście na bieżąco z pracy simpleksowej na półdupleksową nie sprawia więc żadnego kłopotu, można też pracować w jednym z trybów na VFO-A, a na drugim – na VFO-B jeżeli sprzęt daje takie możliwości, ale wygodnie jest też zapisać przynajmniej najczęściej potrzebne kanały przemienników w pamięciach, których większość sprzętu ma aż nadto.
O ile na początku do uruchomienia przemiennika wystarczyło nadanie w jego kanale wejściowym nośnej, o tyle w miarę zagęszczania się ich sieci i częściowo także dla wyeliminowania zakłóceń powodujących niepożądane otwieranie przemienników przyjęło się najpierw stosowanie tonu wywoławczego 1750 Hz na początku transmisji, a obecnie coraz częściej zgodnie z zaleceniami IARU – tonów CTCSS w jej trakcie, co pozwala na selektywny wybór przemiennika w przypadku zachodzenia na siebie ich zasięgów. Tony CTCSS leżą w zakresie 67 – 255 Hz, a więc częstotliwościowo poniżej sygnału mowy i stąd zostały nazwane tonami podakustycznymi. Obecny standard zawiera 50 takich tonów, a ich liczba

w pewnym stopniu utrudnia systematyczne poszukiwanie w sytuacji, gdy operator znajdzie się w zasięgu nieznanego mu dotąd przemiennika. Niektóre modele radiostacji wyposażone są wprawdzie w funkcję automatycznej analizy (szczegóły można znaleźć w instrukcji obsługi) – ale są to tylko właśnie niektóre. Dla ułatwienia przyjął się podział regionalny – używanie określonego tonu w danym rejonie, co jest już łatwiejsze do sprawdzenia w spisach i na mapach przemienników. Spis tonów używanych w poszczególnych rejonach Polski zawiera tabela 2. W niektórych uzasadnionych sytuacjach konieczne może być jednak odstępstwo od tych zasad.
Metody planowania sieci przemiennikowych powinny zasadniczo wykluczać konflikty zasięgów przemienników pracujących w tych samych kanałach, ale w nadzwyczajnych warunkach propagacji albo dla użytkowników znajdujących się przykładowo w górach i mających dzięki temu znacznie większe zasięgi sytuacji takich nie da się całkowicie uniknąć bez selektywnego wywoływania przemienników. Niektóre przemienniki podają częstotliwości tonów CTCSS w zapowiedziach razem ze znakiem wywoławczym.
W obecnym stanie sieci w Polsce tylko część przemienników jest otwierana za pomocą tonów CTCSS, a do otwarcia pozostałych wystarczy ton 1750 Hz lub nawet tylko nośna. O aktualnej sytuacji informują m.in. mapa i spis dostępne pod adresem [10.1]. W sieci D-STAR dla uruchomienia przemiennika konieczne jest podanie jego znaku wywoławczego w polu adresowym więc wszylkie inne zabezpieczenia nie są konieczne. W sieci DMR rolę tonów CTCSS pełnią kody CC (*color code*).

Zasady pracy przez przemienniki

Głównym zadaniem przemieników jest umożliwienie względnie ułatwienie komunikacji stacji ruchomych między sobą i ze stacjami stałymi (rys. 10.2). Jeżeli po nawiązaniu połączenia okaże się, że możliwa jest wystarczająco dobra łączność bezpośrednia zaleca się przejście na kanał bezpośredni i zwolnienie przemiennika dla innych.
Nadawanie przez przemiennik należy rozpocząć od podania własnego znaku wywoławczego. Relacje powinny być w miarę krótkie, a pomiędzy nimi powinno się zostawiać przerwy umożliwiające innym stacjom skorzystanie z przemiennika do własnych potrzeb lub włączenie się do rozmowy. W trakcie łączności należy również jak w każdym innym przypadku podawać własny znak nie rzadziej niż tego wymagają przepisy.
Jeśli chodzi o raporty to w Polsce przyjęło się podawanie jedynie zrozumiałości (R) zamiast pełnego raportu raportu RS, a więc „słyszę cię na 5” zamiast „słyszę cię na 59”. W innych krajach panują jednak różne zwyczaje i raporty dwucyfrowe też są w użyciu.
Pomimo, że początkowo przemienniki były przewidziane do prowadzenia krótkich łączności z udziałem stacji ruchomych obecnie praktyka uległa zmianie. Nierzadko prowadzone są dłuższe rozmowy w kółeczkach, a uczestnikami są często także stacje stałe. Jeśli weźmie się pod uwagę ile stacji przemiennikowych, nie tylko w Polsce zresztą, zieje pustką i nadawanie przez nie wywołań równa się wołaniu na puszczy należy powitać wszelkiego rodzaju aktywności prowadzone przez dowolne stacje – w tym również pracujące ze stałej lokalizacji (QTH), byle tylko istniejąca infrastruktura była choć trochę wykorzystywana. Przyczyny tego stanu rzeczy wymagałyby dodatkowej analizy, a więc zrezygnujmy tutaj z ich omawiania. Być może jedną z nich jest przechodzenie użytkowników z przemienników analogowych na cyfrowe. Tak czy tak, niezależnie od charakteru łączności należy pamiętać o przerwach pozwalających na dostęp innym stacjom.
Łączności prowadzone przez przemienniki nie są zaliczane w żadnych zawodach i przeważnie również nie liczą się do dyplomów. O ile jest to słuszne w przypadku dyplomów o charakterze sportowym, o tyle do dyplomów pamiątkowych łączności przemiennikowe bywają czasami zaliczane (warto więc dokładnie zapoznać się z regulaminem) i czasami spotyka się także na przemiennikach stacje okolicznościowe. A właściwie dlaczego by nie...
Treści rozmów prowadzonych przez przemienniki powinny być zgodne z zasadmi i wymogami przepisów obowiązujących w łącznościach amatorskich. Tak samo jak w każdym innym przypadku należy unikać niepożądanych lub zakazanych tematów, nieodpowiedniego słownictwa i przestrzegać zasad koleżeństwa.
Mimo niezaprzeczalnych korzyści przynoszonych przez przemienniki istnieje jednak ich ciemna strona. Dzięki większemu zasięgowi przyciągają one czasami różnego rodzaju jednostki aspołeczne lub w inny sposób odbiegające od normy. Jednostki te starają się anonimowo zakłócać łączności przez nadawanie

niemodulowanej nośnej, stałych tonów (wywoławczych 1750 Hz lub innych) albo uprzyjemniają życie użytkownikom przez opowiadanie różnych głupot, bekanie i wydawanie innych nieapetycznych odgłosów. Dyskutowanie z nimi nie tylko nie przynosi pożądanych rezultatów ale wręcz przeciwnie utwierdza je w uporze i poczuciu własnej ważności. Najlepiej jest ignorować takie zakłócenia i starać się mimo wszystko prowadzić łączność lub przełożyć ją na później albo na inny przemiennik, ale tak aby zakłócacz nie dowiedział się gdzie i kiedy bo i tam się zjawi. W krańcowych ale to rzeczywiście rzadkich przypadkach można osobnika potraktować zjadliwą ironią i bez wdawania się w dyskusję porządnie obsobaczyć, ale bez użycia słownictwa, które nie powinno się pojawiać na antenie. Najlepiej jest jednak całkowicie ignorować takiego kogoś bo wtedy „zabawa" przestanie dawać mu satysfakcję. Zjawisko to jest spotykane nie tylko w Polsce ale i w innych krajach.
W sieciach cyfrowych D-STAR i DMR dzięki automatycznemu nadawaniu znaku wywoławczego lub identyfikatora i konieczności uprzedniego dodatkowego zarejestrowania się sytuacje takie na szczęście nie występują.



Rys. 10.3. Przemienniki FM w Polsce (źródło: [10.1])

Tabela 10.1
Częstotliwości i oznaczenia fonicznych kanałów przemiennikowych używanych w Polsce

Oznaczenie aktualne	**Oznaczenie dawniejsze**	**Częstotliwość odbioru u użytkownika [MHz]**	**Częstotliwość nadawania u użytkownika [MHz]**	**Odstęp częstotliwości [MHz], uwagi**
RV48	R0	145,600	145,000	-0,6; kanały co 12,5 kHz
RV49	R0X	145,6125	145,0125	
……..	……..	……..	……..	
RV62	R7	145,775	145,175	
RV63	R7X	145,7875	145,1875	
RV64	R8	145,800	145,200	kanał dla łączności kosmicznych
RU692	R70	438,650	431,050	-7,6; kanały co 25 kHz, stopniowo rozpowszechnia się międzykanałowy odstęp 12,5 kHz
RU694	R71	438,675	431,075	
……..	……..	……..	……..	
RU672	R100	439,400	431,800	
RU674	R101	439,425	431,825	
RS01		1298,025	1270,025	-28; kanały co 25 kHz
RS02		1298,050	1270,050	
……..	……..	……..	……..	
RS27		1298,675	1270,675	
RS28		1298.700	1270,700	

Tabela 10.2
Regionalny przydział tonów CTCSS dla analogowych przemienników (FM) w Polsce

Częstotliwość tonu [Hz]	**Region**	**Uwagi**
82,5	SP1, SR1	wyjątkowo także 77 Hz lub 88,5 Hz
94,8	SP2, SR2	Woj. pomorskie, wyjątkowo także 77 Hz
88,5	SP2, SR2	Woj. kujawsko-pomorskie także 67 Hz
203,5	SP3, SR3	Woj. lubuskie, także 79,7 Hz
110,9	SP3, SR3	Woj. wielkopolskie, także 103,5 Hz
67,0	SP4, SR4	
127,3	SP5, SR5	także 67 Hz, 88,5 Hz, 123 Hz,
103,5	SP6, SR6	także 67 Hz (Sudety), 71,9 Hz, 94,8 Hz, 123 Hz
77,0	SP7, SR7	Woj. łódzkie, także 82,5 Hz, 118,8 Hz
88,5	SP7, SR7	Woj. świętokrzyskie, także 118,8 Hz
77,0	SP8, SR8	Woj. lubelskie także 103,5 Hz, 123 Hz
71,9	SP8, SR8	Woj. podkarpackie, także 103,5 Hz, 123 Hz
103,5	SP9, SR9	Woj. małopolskie
67,0	SP9, SR9	Woj. śląskie, także 71,9 Hz

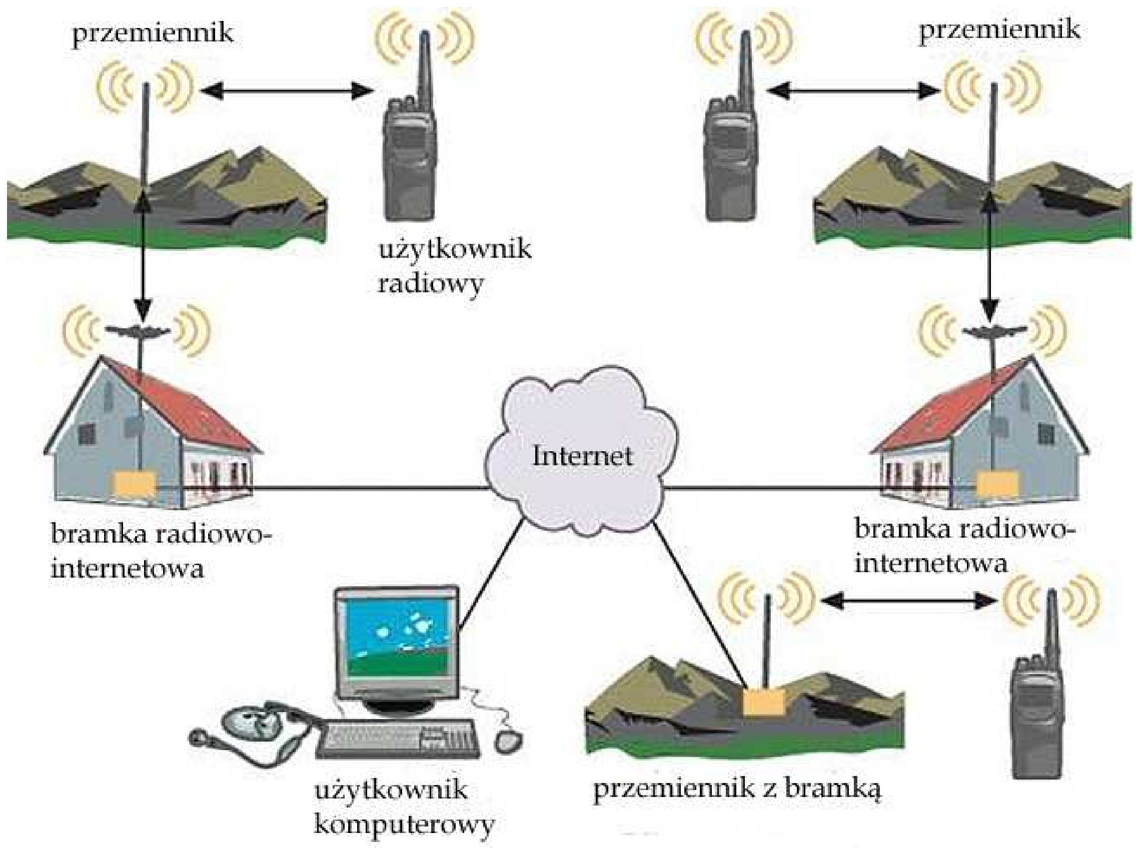
11. Echolink

Cyfrowe sieci systemów D-Star i DMR są już w Polsce stosunkowo dobrze rozbudowane i pokrywają zasięgiem znaczną część kraju. Nie oznacza to jednak, że analogowe łączności przez przemienniki FM stały się przeżytkiem, zwłaszcza że część przemienników jest internetowo połączona ze sobą w sieci Echolinku. Podobnie jak w sieciach cyfrowych pozwala to na radiowe wyjście w świat nawet przy użyciu ręcznych radiostacji. Najważniejszą różnicą między Echolinkiem, a sieciami cyfrowego głosu jest to, że w Echolinku transmisja na trasie między użytkownikiem i przemiennikiem dostępowym odbywa się analogowo, a nie cyfrowo.

Zasięgi sieci Echolinku i cyfrowych nie tylko nie pokrywają się całkowicie ze sobą, ale ciągle jeszcze w wielu krajach europejskich, a zwłaszcza pozaeuropejskich albo nie ma sieci cyfrowych, albo są one dopiero w zalążku. Połączenie istniejących przemienników FM z siecią Echolinku wymaga natomiast stosunkowo mniejszych nakładów pracy i finansowych, a bieżące koszty dzięki zastosowaniu w bramkach internetowych „Malin” i podobnych mikrokomputerów dają się także utrzymać na możliwym do przyjęcia poziomie. W połączeniu z nimi dobrze sprawdziło się oprogramowanie SvxLink.
Korzystanie z Echolinku drogą radiową nie wymaga również posiadania żadnego specjalnego wyposażenia, ani załatwiania żadnych dodatkowych formalności. W niezbyt dalekiej odległości od przemiennika wystarczą do tego celu ręczne radiostacje FM na pasma 2 m i 70 cm, a w większej – ręczne z zewnętrzną anteną, przewoźne lub stacjonarne. Jest to więc zasadniczo wyposażenie identyczne jak dla łączności lokalnych, z tym że radiostacje powinny być wyposażone w klawiaturę numeryczną z koderem DTMF. Większość modeli radiostacji ręcznych, poza najbardziej zminiaturyzowanymi, posiada numeryczną klawiaturę służącą m.in. do wprowadzania częstotliwości pracy w czasie odbioru (fot. 11.1). W trakcie nadawania naciskanie klawiszy powoduje transmisję par tonów zgodnych ze standardem DTMF (tabela 11.3). Radiostacje przewoźne i stacjonarne nie posiadają wprawdzie wbudowanej klawiatury, ale najczęściej dostępne są dla nich mikrofony z wbudowaną klawiaturą DTMF. Dla niektórych modeli stanowią one wyposażenie standardowe, a dla części – dodatkowe, ale warte zakupu.
W praktyce spotykane są dwa rodzaje klawiatur – 12- i 16-klawiszowa. Obie zawierają cyfry od 0 do 9, gwiazdkę „*” i znak krzyżyka „#”, a spotykana rzadziej klawiatura 16-klawiszowa – dodatkowo klawisze oznaczone literami A, B, C i D. Są one wprawdzie w niektórych przypadkach pożyteczne, ale zasadniczo do korzystania z Echolinku wystarcza klawiatura 12-elementowa.



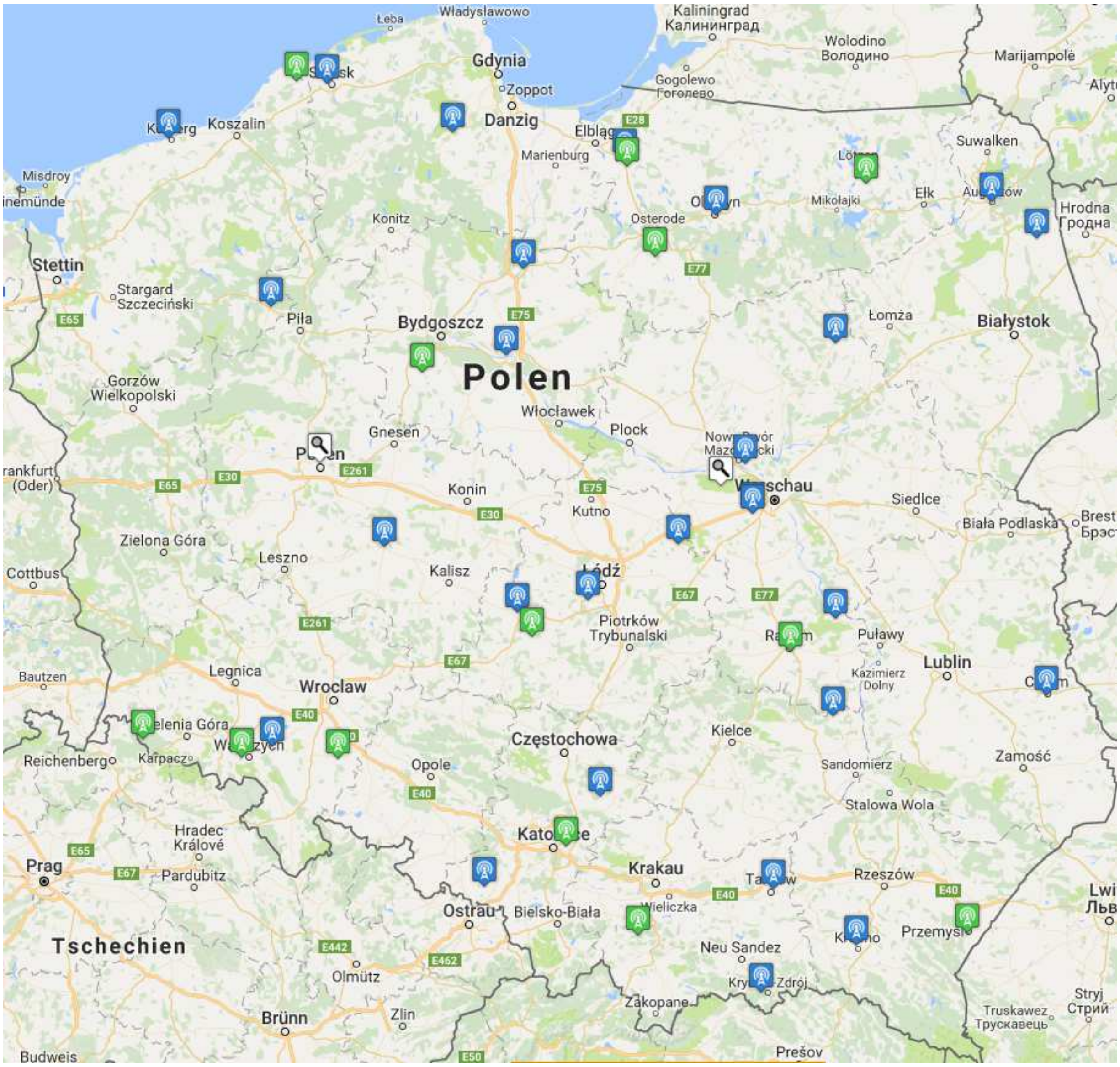
Fot. 11.1. Przenośna radiostacja z klawiaturą DTMF



Rys. 11.1. Zasada łączności echolinkowych

Stacje przemiennikowe w sieci Echolinku mają jednoznaczne adresy liczbowe złożone z czterech do sześciu cyfr. Przykładowo przemiennik na Koskowej Górze, o znaku wywoławczym SR9P, nosi adres 368583. Użytkownicy znajdujący się w zasięgu dowolnego innego przemiennika echolinkowego w kraju lub za granicą w celu połączenia się z SR9P muszą po naciśnięciu przycisku nadawania naciskać kolejno cyfry, z których składa się adres, po nadaniu wszystkich puścić przycisk nadawania i poczekać na komunikat głosowy informujący o wyniku akcji. W odpowiedzi nadawane są komunikty: „*not found*" w przypadku gdy stacja ta nie jest połączona z systemem, „*busy*" – gdy jest w trakcie innej łączności lub „*connected*" w przypadku sukcesu. Komunikat „*access denied*" („dostęp wzbroniony") jest nadawany jeżeli dla danej stacji zostały ustalone jakieś ograniczenia w dostępie i korespondent spełnia jedno z ustalonych tam kryteriów, którymi mogą być przykładowo wybrane znaki wywoławcze lub ich grupy (kraje).
Jeżeli połączenie z oddalonym przemiennikiem zostało nawiązane, można po krótkim nasłuchu i zorientowaniu się co tam się dzieje, włączyć się do prowadzonej rozmowy albo nadać własne wywołanie. Na zakończenie powinno się przerwać połączenie z tym przemiennikiem, chyba, że w międzyczasie zaczęli z niego korzystać również inni koledzy. Do przerwania połączenia służy krzyżyk „#". W przypadku gdy przemiennik jest już połączony z innym wystarczy po prostu włączyć się do rozmowy lub odczekać do jej zakończenia i wtedy nawiązać połączenie według własnego życzenia.
Zanim spróbujemy jednak połączenia z dalszym światem konieczne jest sprawdzenie czy znajdujemy się wogóle w zasięgu przemiennika echolinkowego. Najlepszym sposobem jest, jak zawsze w łącznościach krótkofalarskich nasłuch. Jeżeli na przemienniku słychać stacje z dalszych okolic (o czym można się zorientować nie tylko na podstawie ich znaków wywoławczych ale i treści rozmów) albo jeżeli pojawiają się wywołania stacji zagranicznych to na pewno przemiennik jest połączony z siecią.
W okresach ciszy pomocne staje się wywołanie informacji o przemienniku za pomocą gwiazdki. Przemienniki echolinkowe odpowiadają na polecenie tekstem przygotowanym przez ich operatora. Nie jest to jednak sposób niezawodny, ponieważ nie wszyscy operatorzy udostępniają teksty informacyjne i wówczas przemienniki nie odpowiadają na polecenie, identycznie jak w przypadku przemienników nie echolinkowych. Dużą pomocą są spisy i mapy dostępne w Internecie. Spis przemienników

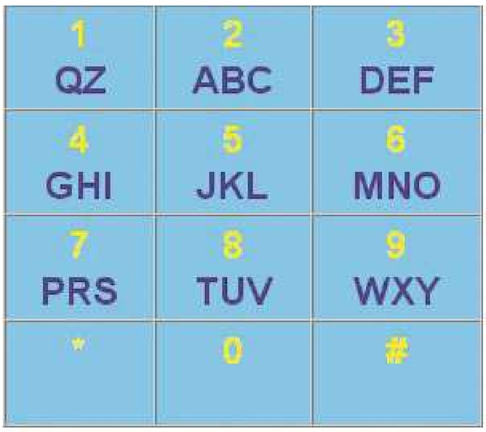
światowych wraz z ich adresami znajduje się pod adresem [11.1], mapa i spis polskich przemienników wraz z ewentualnymi niezbędnymi do ich uruchomienia tonami CTCSS – pod adresem [11.2], a pod adresem [11.3] – informacje pochodzące z pierwszego i drugiego źródła. Sytuacja ulega częstym zmianom, dlatego też warto co pewien czas albo przed wyjazdem w inne strony zapoznać się z aktualnym stanem. Przykładowy stan sieci echolinkowej w Polsce przedstawiono na ilustracji 11.2. Większość stacji przemiennikowych pracuje w pasmach 2 m i 70 cm, niektóre – w paśmie 23 cm, ale nie ma żadnych przeciwwskazań technicznych przeciwko uruchamianiu bramek (przemienników) w innych pasmach amatorskich.



Rys. 11.2. Mapa sieci echolinkowej w Polsce w lutym 2017 roku. Kolorem zielonym zaznaczone są przemienniki pracujące w paśmie 2 m, niebieskim – w paśmie 70 cm, lupą – kilka przemienników o tej samej lokalizacji (źródło [11.2])

W sieci Echolinku występują cztery rodzaje stacji: dupleksowe stacje przemiennikowe („zwykłe" przemienniki), których znak wywoławczy jest uzupełniony o rozszerzenie –R (wymieniony powyżej przemiennik na Koskowej Górze nosi więc w sieci echolinkowej oznaczenie SR9P-R), pomocnicze stacje simpleksowe mające dla odróżnienia rozszerzenie –L (przykładowo stacja SR5YAM-L w Pruszkowie), stacje użytkowników indywidualnych rozpoznawane po braku rozszerzenia i serwery konferencyjne. Serwery te umożliwiają prowadzenie łączności w kółeczkach zorganizowanych przeważnie na zasadzie językowej lub tematycznej. Aktualny spis czynnych serwerów konferencyjnych

znajduje się pod adresem [11.1]. Serwery konferencyjne w sieciach cyfrowych noszą natomiast nazwę reflektorów i pozwalają na pracę nie w jednym, a w kilku lub więcej kółeczek. Zasada pracy jest w obydwu rozwiązaniach taka sama: sygnał głosu odebrany przez serwer konferencyjny (reflektor) od jednego z korespondentów jest nadawany do wszystkich pozostałych połaczonych z nim stacji – czyli mówiąc w przenośni jest odbijany jak od reflektora.
Spis standardowych poleceń dla przemienników echolinkowych podany jest w tabeli 11.1, a poleceń dla przemienników pracujących pod oprogramowaniem Svxlink – w tabeli 11.2. Operatorzy poszczególnych przemienników mogą jednak (prawie) dowolnie zmieniać kody poleceń, wyłączać niektóre z nich albo dodawać inne (w zależności od oprogramowania bramki radiowo-internetowej przemiennika), dlatego też spisy mają charakter orientacyjny. Zasadniczo jednak najważniejsze z nich odpowiadają przeważnie podanym w tabelach, gdyż w innej sytuacji użytkownicy mogliby się poczuć zagubieni. Do najważniejszych, zwłaszcza na początek należą omówione powyżej polecenia połączenia z wybranym przemiennikiem (-R) lub ze stacją pomocniczą (-L) i przerwania połączenia na zakończenie. Ze wszystkimi pozostałymi można zapoznawać się stopniowo. Na początek, do czasu oswojenia się z Echolinkiem można także ograniczyć się do nasłuchu i odpowiadać po pojawieniu się interesujących stacji. W miarę nabywania doświadczenia warto odważać się na dalsze wycieczki radiowe.
Szczególnym sposobem nawiązania połączenia w sieci Echolinku jest polecenie **C** podane na końcu tabeli. Jest ono trochę bardziej skomplikowane od wywołania za pomocą adresu liczbowego ale uwalnia użytkownika od pamiętania interesujących go adresów lub przygotowania ich spisu. Zamiast adresu numerycznego używany jest tutaj znak wywoławczy (bez rozszerzenia). Klawiatura DTMF nie pozwala na bezpośrednie wpisywanie wszystkich liter alfabetu, dlatego też są one zakodowane w sposób zbliżony do stosowanego w prostych telefonach komórkowych do zapisu SMS-ów. Każdemu z klawiszy przypisane są trzy litery (rys. 11.3), z tą jedynie różnicą w stosunku do aparatów telefonicznych, że litery Q i Z są przypisane do klawisza z numerem 1. Kod każej z liter składa się z cyfry odpowiadającej klawiszowi i numeru litery z nim powiązanej, przykładowo litera A jest pierwszą literą na klawiszu z cyfrą 2, a więc odpowiada jej kod 21, litera F jest trzecią literą na klawiszu z cyfrą 3, a więc odpowiada jej kod 33 itd. Kod cyfr zawiera zero na drugiej pozycji, przykładowo cyfra 9 jest kodowana jako 90.
Dla nawiązania połączenia ze stacją SR9P-R konieczne jest więc nadanie ciągu:
C 73 72 90 71 #
C S R 9 P #
Dla lepszego zrozumienia pod spodem podano litery i cyfry odpowiadające użytym w poleceniu kodom. Rozszerzenia znaków nie są używane. Sposób ten uwalnia użytkownika od konieczności pamiętania adresów przemienników, wystarcza tu tylko znajomość ich znaków wywoławczych i zapamiętanie zasady kodowania. Podobnie jak dla rozkazu zawierającego adres numeryczny z polecenia tego można korzystać w dowolnym miejscu na świecie.



Rys. 11.3. Kodowanie liter na klawiaturze DTMF

W połączeniach krajowych stosowane są (o ile zostały zdefiniowane) adresy skrótowe składające się z dwóch lub trzech cyfr, przykładowo dla SR9P skróconym adresem jest 907*. Połączenia przy użyciu adresów skróconych funkcjonują tylko w zasięgu przemienników znajdujących się w danym kraju, a te same krótkie adresy w innych krajach mogą być oczywiście przyznane innym czynnym tam przemien-

nikom. Spis aktualnych polskich adresów skróconych znajduje się w witrynie [11.2]. Również i on podlega zmianom i aktualizacjom co pewien czas.

Brak klawiatury DTMF nie przekreśla przeważnie szans na korzystanie z Echolinku. Większość radiostacji FM posiada mniejszą lub większą liczbę pamięci przeznaczonych do zapisu kodów (ciągów znaków) DTMF gdyż są one także stosowane przez krótkofalowców do zdalnego sterowania różnymi urządzeniami. Pamięci te pozwalają przeważnie na zapis 16 pozycji, a więc znacznie więcej niż jest to konieczne do korzystania z Echolinku, a ich liczba wynosi najczęściej od 9 do 16. Pozwala to na zapisanie w nich adresów najbardziej interesujących przemienników lub konferencji. Sposób zapisu danych w pamięciach i nadawania ich zawartości podany jest w instrukcji obsługi sprzętu. Długie polecenia jak np. przedstawione powyżej polecenie C wygodnie jest zapisać w pamięci niezależnie od tego czy radiostacja posiada klawiaturę DTMF czy też nie.

Praca przez przemienniki echolinkowe nie różni się zasadniczo od pracy przez przemienniki o zasięgu lokalnym. Należy jedynie pamiętać o tym, że czas transmisji danych przez internet jest dłuższy aniżeli czas propagacji fal radiowych i dlatego odpowiedź od korespondenta może dotrzeć dopiero po upływie kilku sekund. Zaleca się też rozpoczynanie odpowiedzi nie natychmiast, a co najmniej po upływie 3–5 sekund od czasu zakończenia wypowiedzi korespondenta, aby dać szansę włączenia się do rozmowy stacjom nasłuchującym przez internet lub przez odległy przemiennik (ta sama zasada obowiązuje również w sieciach cyfrowych D-STAR, DMR itd. gdyż i one korzystają z łączy internetowych). W kanałach radiowych czas oczekiwania powinno się nawet liczyć od momentu wyłączenia nośnej przemiennika.

Nawiązując połączenia przez odległe przemienniki należy zwrócić szczególną uwagę na różnicę czasu. Wywołanie o niedogodnej dla potencjalnych korespondentów porze może oznaczać brak szans na otrzymanie odpowiedzi lub wyraźne ich zmniejszenie. Sprawa jest znacznie bardziej krytyczna aniżeli w przypadku łączności krótkofalowych, ponieważ fale krótkie docierają do znacznie szerszego obszaru lub do różnych obszarów i stref czasowych. Mogą być więc odebrane przez kogoś z większym prawdopodobieństwem, aniżeli w ograniczonym zasięgu przemiennika ultrakrótkofalowego.

W połączeniach echolinkowych nie występuje element niewiadomy zależny od warunków propagacji fali, co odbiera im do pewnego stopnia charakter przygody. Dlatego też zasadniczo za łączności echolinkowe nie wymienia się kart QSL. Jeżeli jednak w trakcie łączności okaże się, że karta będzie stanowić miłą pamiątkę dla korespondenta i sprawi mu radość należy wysłać kartę pamiętając, że nie chodzi tu o jakąś niezłomną zasadę. Podobnie jak lokalne łączności przemiennikowe również łączności echolinkowe nie liczą się w zawodach i do większości trofeów. Karty QSL mają więc wyłącznie charakter pamiątkowy.

Przed rozpoczęciem nadawania sekwencji DTMF dobrze jest podać fonią własny znak wywoławczy aby nie było wątpliwości, że jest to transmisja licencjonowanego nadawcy i aby nie kusić nikogo do zakłócania jej jako prawdopodobnej transmisji pirackiej albo do nadawania obszernych, a zbędnych pouczeń. W połączeniach echolnikowych prowadzonych spoza stałej lokalizacji stacji obowiązują te same zasady łamania znaków co i we wszystkich innych. Nawet jeżeli w danej sytuacji łamanie znaku nie jest wymagane przez przepisy to może ono uklatwić orientację odnośnie lokalizacji stacji potencjalnym korespondentom. Przepisy obowiązujące w innych krajach mogą się zresztą różnić od polskich i dlatego przebywając za granicą lepiej jednak na wszelki wypadek łamać znaki. Znak łamany może też prędzej skusić do odpowiedzi na wywołanie aniżeli taki zwykły – choćby po to aby zapytać skąd ten kolega nadaje (bo z domu na pewno nie)...

W toku własnych łączności z wykorzystaniem sieci (nie tylko echolinkowej) autor przekonał się niestety, że nadmiar łamańców nawet gdy jest w 100% w danej sytuacji zgodny z przepisami CEPT powoduje konieczność wielokrotnego powtarzania znaku i dlatego stosując łamanie przez prefiks kraju pobytu opuszcza często zakończenie /p lub /m, przykładowo z 5B/OE1KDA/p pozostaje 5B/OE1KDA, ale znaku nie trzeba już powtarzać 5 – 10 razy w trakcie każdej, nawet krótkiej, łączności.

Połączenia internetowe zapewniają jedynie rozszerzenie zasięgu łączności, ale w żaden inny sposób nie zmieniają jej amatorskiego charakteru i dlatego też w trakcie echolinkowych QSO należy przestrzegać wszystkich obowiązujących przepisów o radiokomunikacji amatorskiej i o treści prowadzonych rozmów, a także zasad koleżeńskiego zachowania się.

Przypominamy też jeszcze raz najważniejszą i obowiązującą we wszystkich łącznościach krótkofalarskich zasadę: przed rozpoczęciem nadawania należy najpierw dokładnie posłuchać co się dzieje na wybranej częstotliwości, wybranym przemienniku, serwerze konferencyjnym, reflektorze itp..

W obecnym artykule przedstawiono radiowy sposób korzystania z Echolinku. Komputerowy dostęp do sieci daje również bardzo dużo statysfakcji i uniezależnia od zasięgu przemienników dostępowych, ale wymaga zainstalowania programów terminalowych, rejestracji użytkownika i uwierzytelnienia posiadanej przez niego licencji (tylko za pierwszym razem). Sprawa nie jest aż tak bardzo skomplikowana, ale wymaga dokładniejszego omówienia.
Dla rozwiania wątpliwości: komputerowy dostęp do odleglych przemienników echolinkowych można potraktować jak zdalną obsługę stacji, a przecież krótkofalowe stacje zdalnie obsługiwane są od dawna znane i nie budzą wątpliwości. Komputerowy dostęp do Echolinku pozwala nie tylko na prowadzenie łączności z miejsc znajdujących się poza zasięgiem przemienników, ale także z krajów, w których uzyskanie licencji może okazać się trudne, kosztowne lub niemożliwe. W końcu w eter wychodzi się wtedy spoza tego kraju.
Od pewnego czasu działa w Polsce również sieć FM-Linku, w której przemienniki FM są połączone ze sobą na stałe poprzez Echolink, bez możliwości nawiązywania połączeń z resztą sieci lub rozłączania istniejących. Aktualny spis przemienników FM-Linku i mapa ich zasięgu są dostępne w Internecie pod adresem [11.4]. Przed podjęciem próby echolinkowego wyjścia w szerszy świat konieczne staje się więc upewnienie czy przemiennik, na którym słyszane są rozmowy z oddalonymi stacjami zapewnia pełną funkcjonalność echolinkową czy tylko zasięg FM-Linku. Niemożliwe jest też echolinkowe połączenie się z zewnątrz z siecią FM-Linku – zarówno przez radio jak i komputerowo.

Tabela 11.1. Standardowe polecenia dla przemienników echolinkowych

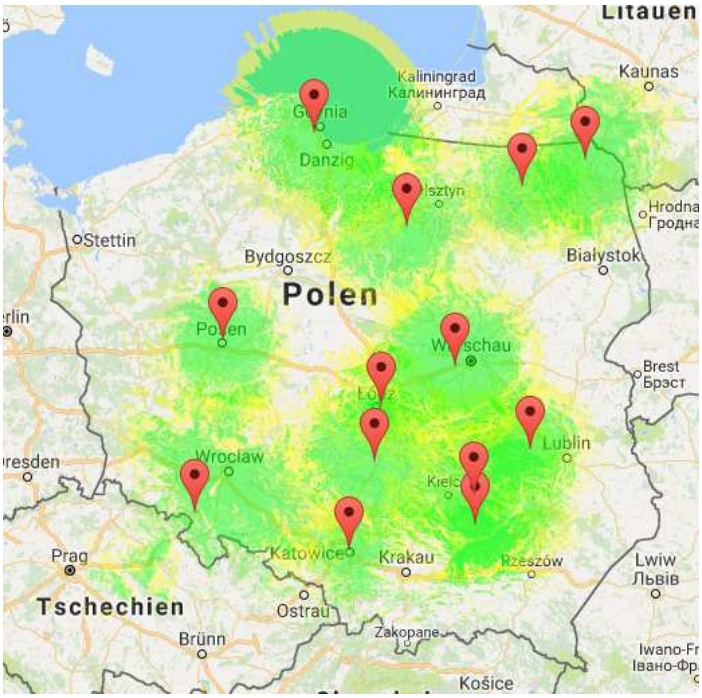
numer	Połączenie ze stacją o podanym liczbowo adresie. W sieci Echolinku stacje te noszą nazwę węzłów (ang. *node*)
00	Połączenie z przypadkowo wybraną stacją dowolnego typu. Po nawiązaniu połączenia użytkownik może włączyć się do prowadzonego tam QSO lub podać własne wywołanie
01	Połączenie z przypadkowo wybraną stacją simpleksową (najczęściej prywatną bramką echolinkową o znaku wywoławczym z rozszerzeniem –L) lub losowo wybranym przemiennikiem (stacją o znaku wywoławczym z rozszerzeniem –R). O nawiązaniu przez system połączenia użytkownik jest informowany za pomocą komunikatu głosowego i następnie może podać wywołanie ogólne lub włączyć się do prowadzonego tam QSO
02	Połączenie z przypadkowo wybranym serwerem konferencyjnym, co pozwala na prowadzenie łączności w kółeczkach
03	Połączenie z przypadkowo wybranym użytkownikiem korzystającym z dostępu internetowego
#	Powoduje przerwanie połączenia internetowego (w przypadku kilku istniejących połączeń internetowych – przerwanie ostatnio nawiązanego). Połączenie to przeważnie i tak jest przerywane automatycznie po ustawionym przez operatora przemiennika czasie braku aktywności
##	Przerwanie wszystkich połączeń echolinkowych na danym przemienniku
09	Ponowne nawiązanie ostatniego połączenia echolinkowego
08	Nadanie informacji o znakach wywoławczych połączonych stacji
*****	Nadanie tekstu informacyjnego lub powitalnego
07znak#	Wywołanie adresu numerycznego stacji o podanym znaku wywoławczym i stanu połączenia z nią. Sposób kodowania znaku identyczny jak dla polecenia **C** podany jest w tekście
06numer	Zapytanie o znak wywoławczy stacji o podanym adresie i o stan połączenia z nią. W jego wyniku nie następuje jednak nawiązanie połączenia z tą stacją.
9999	Połączenie z serwerem echa pozwalającym na ocenę jakości własnego sygnału
Cznak#	Pozwala na nawiązanie połączenia ze stacją o podanym znaku wywoławczym. Znaki kodowane są identycznie jak w przypadku polecenia **07**. Litera „C” oznacza tutaj klawisz z podpisem **C** dostępny tylko na klawiaturach 16-klawiszowych. W znaku wywoławczym nie uwzględnia się rozszerzenia

Tabela 11.2
Wybrane polecenia dla przemienników echolinkowych wyposażonych w oprogramowanie Svxlink. Ich cechą charakterystyczną jest to, że są one zakończone znakiem krzyżyka

numer#	Połączenie ze stacją o podanym liczbowo adresie
*****	Wywołanie informacji o przemienniku
0#	Wywołanie pomocy
1#	Wywołanie spisu połączonych stacji
2#	Informacja o (własnym) adresie przemiennika
31#	Połączenie z losowo wybraną stacją przemiennikową (-R) lub pomocniczą (-L)
32#	Połączenie z losowo wybraną konferencją
4#	Ponowne nawiązanie ostatniego połączenia
50#	Włączenie trybu nasłuchowego
51#	Wyłączenie trybu nasłuchowego
6*kod*	Połączenie ze stacją przy użyciu jej znaku zamiast adresu numerycznego. Przyporządkowanie liter do cyfr jest identyczne jak w telefonach komórkowych (Q i Z na tych samych miejscach) i każdy znak jest kodowany za pomoca jednej cyfry, a więc przykładowo SR9P nadaje się jako 6* 7 7 9 7 *. Bramka sama poszukuje pasującego znaku ze wszystkich możliwych kombinacji (podobnie jak inteligentna funkcja pisania SMS-ów znajduje odpowiednie słowa). Rozszerzenia nie podaje się. Końcowa gwiazdka jest traktowana jako joker pozwalający na znalezienie dalszych odpowiadających kryterium znaków wywoławczych i można ją w pominąć w zależności od potrzeby

Tabela 11.3. Częstotliwości DTMF

Hz	**1209**	**1336**	**1477**	**1633**
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D



Rys. 11.4. Zasięg sieci FM-Linku (źródło: witryna sieci)

12. Łączności D-Starowe

Sieć D-Starowa różni się od sieci przemienników analogowych FM nie tylko tym, że łączność radiowa odbywa się cyfrowo ale także tym, że przemienniki sieci mogą być dowolnie łączone ze sobą i w związku z tym dostęp do jednego z nich otwiera szeroko okno na świat.

Polska jest pokryta stosunkowo gęstą siecią przemienników D-Starowych (rys. 12.1), a więc z dostępu do sieci może skorzystać znaczny procent krótkofalowców. Możliwość wyjścia poza zasięg lokalnego przemiennika jest zasadniczo zawsze atrakcyjna, ale szczególnie interesująca staje się dla wszystkich, który z powodu utrudnień w instalacji anten o większych rozmiarach, lokalnych zakłóceń lub innych przeciwności losu muszą zrezygnować z łączności na falach krótkich, a często także i z łączności DX-owych na pasmach UKF. Niezależnie od tego wszyscy przebywający poza domem (urlopowo, służbowo lub z jakiegokolwiek innego powodu) docenią możliwość podtrzymywania kontaktów z kolegami w miejscu zamieszkania albo łączności na dalekie odległości bez konieczności zabierania ze sobą dużego i ciężkiego sprzętu.
Cyfrowa transmisja danych polega na tym, że dźwięk jest już w radiostacji zamieniany na postać cyfrową i transmitowany jako pakiety danych. Dźwięk ten nie jest jednak po prostu komprymowany jak np. w popularnym standardzie mp3, a jest po stronie nadawczej analizowany w wokoderze i radiowo przesyłane są jedynie otrzymane w ten sposób parametry opisujące go. Na ich podstawie głos jest syntetyzowany (czyli sztucznie odtwarzany) w odbiorniku za pomocą identycznego wokodera. Sposób ten pozwala na znaczne ograniczenie ilości przesyłanych danych i dzięki temu ograniczenie pasma transmisji. W systemie D-STAR stosowany jest wokoder (kodek) AMBE+.

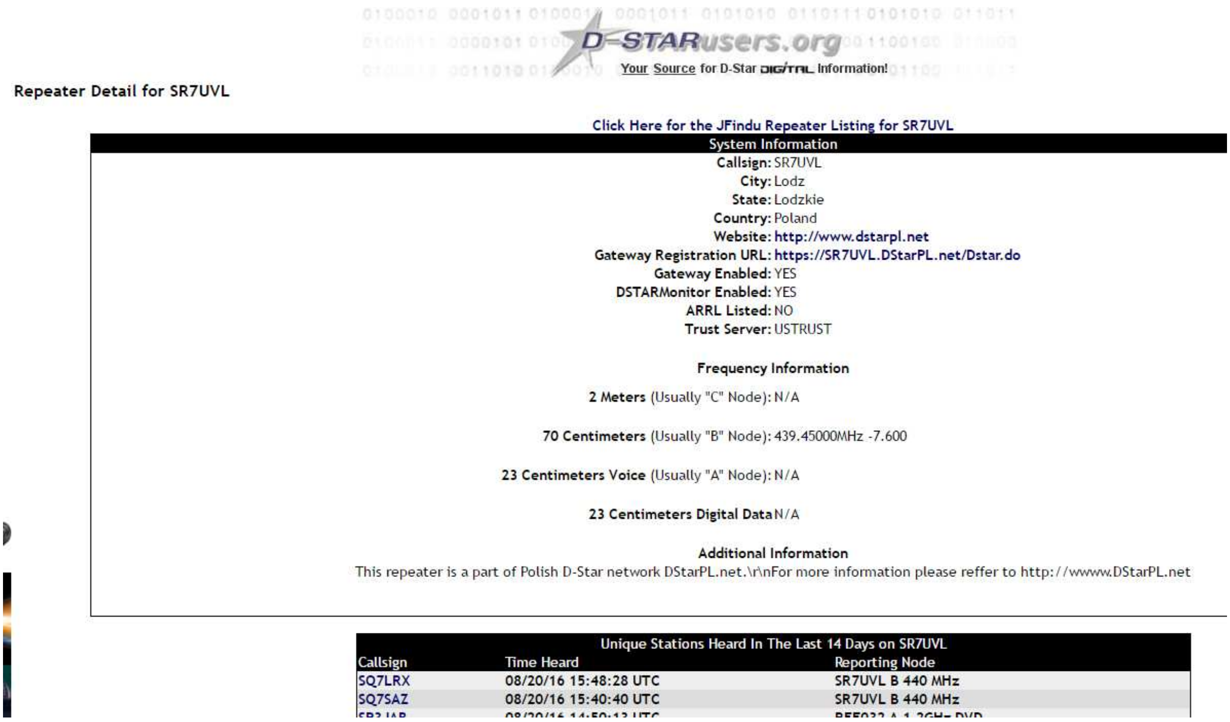


Rys. 12.1. Mapa pokrycia Polski przemiennikami D-Starowymi (źródło [12.1])



Callsign	City	State	2m	70cm
REF032	Radom			
SR1UVS	SZCZECIN - Centrum	Zachodniopomorskie		439.41250MHz -7.600
SR1UVX	Stargard Szczeciński	Zachodniopomorskie		439.38750MHz -7.600
SR1UVY	SZCZECIN - Ko³owo :IrcDDB	Zachodniopomorskie		439.31250MHz -7.600
SR1ZK	SZCZECIN - Ko³owo :IrcDDB	Zachodniopomorskie		439.30000MHz -7.600
SR2UVG	GDYNIA	Pomorskie		438.68750MHz -7.600
SR5UVA	Warsaw	Mazowieckie		439.43750MHz -7.600
SR5UVR	Radom	Mazowieckie		438.52500MHz -7.600
SR7AL	Aleksandrow Lodzki	Lodzkie		438.65000MHz -7.600
SR7UVK	Kielce	Swietokrzyskie		439.12500MHz -7.600
SR7UVL	Lodz	Lodzkie		439.45000MHz -7.600
SR7UVV	Kamiensk	lodzkie		439.48750MHz -7.600
SR8UVB	Bia³a Podlaska	Lubelskie		439.41250MHz -7.600
SR9AD	Krakow	Malopolska		99999.99999MHz -99.999
SR9NJ	Krynica-Zdroj	Malopolskie		438.70000MHz -7.600
SR9UVC	Krakow	Malopolska		439.00000MHz -7.600
SR9UVM	Krakow / Choragwica	Malopolskie	145.37500MHz -0.000	439.40000MHz -7.600
SR9UVZ	Zakopane	Małopolska		439.20000MHz -7.600

Rys. 12.2. Spis polskich przemienników w witrynie [12.2]



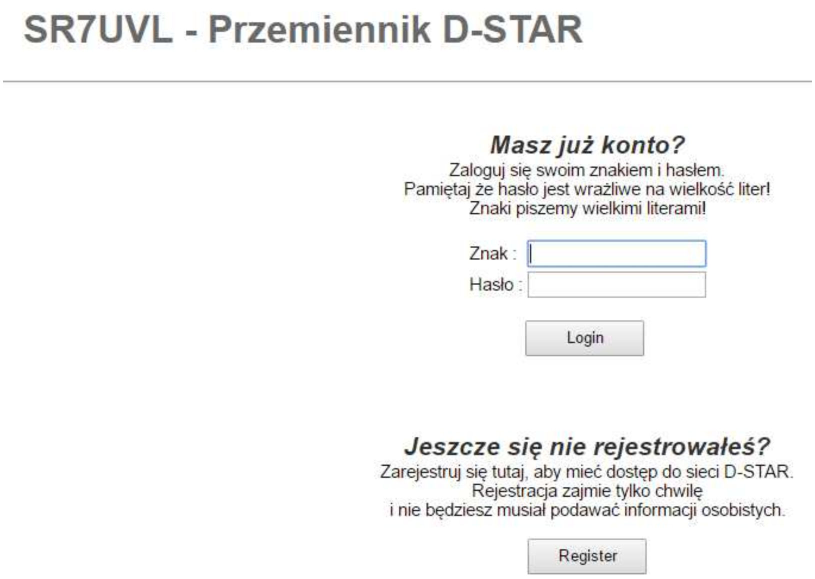
Rys. 12.3. Strona informacji o przemienniku

Wyposażenie

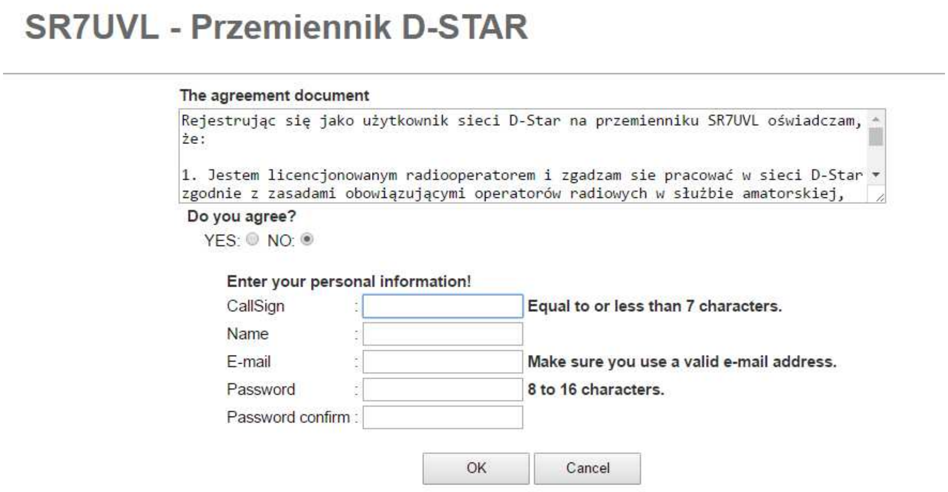
Łączności cyfrowe wymagają jednak specjalnego wyposażenia. Radiostacje dostosowane do pracy w systemie D-STAR produkowane są przez firmy „ICOM” i ostatnio „Kenwood”. Są wśród nich zarówno radiostacje ręczne (ID-51E, TH-D74E), przewoźne (ID-4100E, ID-5100E, IC-7100E) jak i domowe (IC-9100E). Pierwsze trzy z wymienionych modeli pracują także analogowo z modulacją FM w pasmach 2 m i 70 cm, a dwa pozostałe – także na falach krótkich z modulacją SSB. Oprócz nich dostępne są też starsze, używane radiostacje takie jak IC-92DE, IC-80DE, ID-31E, IC-2820DE, IC-880DE itd. W tym miejscu warto zauważyć, że oprócz cyfrowego systemu D-STAR obecnie rozpowszechnione są też systemy DMR i C4FM. Nie są one między sobą kompatybilne i dlatego decydując się na pracę w sieci D-STAR trzeba wybrać pasujące wyposażenie – to samo dotyczy oczywiście i pozostałych sieci, ale o nich później...

Rejestracja

Następną sprawą jest rejestracja znaku w sieci. Do pracy lokalnej przez bezpośrednio osiągalny przemiennik jest ona zbędna, ale staje się koniecznością przy pracy przez sieć. Rejestracja polegająca na wypełnieniu prostego formularza w internecie jest bezpłatna i należy dokonać jej tylko raz. Ponowna rejestracja tego samego znaku powoduje tylko niepotrzebne zamieszanie i może doprowadzić do zablokowania dostępu (przynajmniej na jakiś czas). Rejestracji można dokonać samemu na stronach internetowych wielu stacji przemiennikowych.
Ze względu na zdarzające się co pewien czas zmiany adresów internetowych autor zrezygnował z podawania wyczerpującej listy ograniczając się do sposobu ich znalezienia.
Jednym z dobrych sposobów jest wejście na witrynę [12.2] i po wybraniu Polski z listy krajów wywołanie spisu przemienników (rys. 12.2). Jest on wprawdzie krótszy niż w innych D-Starowych witrynach internetowych, ale do naszego celu zupełnie wystarczający. Po naciśnięciu w spisie znaku jednego z przemienników otwierana jest strona zawierająca dokładniejsze informacje o nim (rys. 12.3). Wśród nich jest w większości przypadków adres strony rejestracji występujący pod nazwą „Gateway Registration URL". W naszym przykładzie została otwarta strona dla przemiennika SR7UVL, a na niej podany jest odnośnik do adresu [12.3]. Pod nim kryje się okno dostępu do formularza rejestracyjnego (rys.12. 4). Po naciśnięciu w nim przycisku „Register" („Zarejestruj się") otwierane jest okno rejestracji (rys. 12.5), w którym należy wprowadzić kolejno: własny znak wywoławczy, imię, adres poczty elektronicznej i hasło do poźniejszych dostępów np. w celu sprawdzenia stanu rejestracji.
Przed naciśnięciem przycisku „OK" konieczne jest także wyrażenie zgody na podane w oknie zasady pracy w sieci.



Rys. 12.4. Strona wstępna rejestracji



Rys. 12.5. Formularz rejestracji

Przygotowanie radiostacji do pracy

O ile do pracy emisją FM, bez względu na to czy były to łączności bezpośrednie czy przez przemienniki wystarczyło nastawienie pożądanej częstotliwości pracy (z ewentualnym odstępem częstotliwości do pracy przez przemienniki), o tyle w systemie D-STAR konieczne jest podanie kilku dodatkowych parametrów. Dla wygody najlepiej zapisać potrzebne ustawienia w pamięci radiostacji i korzystać z nich w trakcie pracy.
W systemie D-STAR występują cztery pola adresowe: MYCALL, RPT1, RPT2 i YOUR. W zależności od modelu radiostacji mogą one nosić trochę różniące się, ale zasadniczo podobne nazwy.
Pole MYCALL zawiera znak wywoławczy operatora. Jest on niezbędny do transmisji pakietów danych. Jeżeli radiostacja jest używana tylko przez jedną osobę wystarczy jednorazowe wprowadzenie znaku. Większość modeli radiostacji posiada kilka (przeważnie 5) pamięci własnego znaku, co nawet w przypadku korzystania z nich tylko przez jednego operatora daje dodatkową wygodę. Po znaku wywoławczym można w nich mianowicie podać rozszerzenie odzielone od znaku za pomocą ukośnej kreski. Rozszerzenie to nie wymaga dodatkowej rejestracji i dlatego można korzystać z dowolnych z nich przesyłając w ten sposób korespondentom przydatne informacje. Długość rozszerzenia jest ograniczona do czterech liter lub cyfr. Przykładowo można w ten sposób podawać duży kwadrat lokatora, w którym znajduje się stacja – JN88, skrót QTH lub indywidualną część kodu CCS7. Informacje te wraz ze znakiem są wyświetlane na ekranach odbierających je radiostacji.
Następnymi polami są pola znaku przemienników noszące nazwy RPT1 i RPT2. W polu RPT1 podawany jest znak przemiennika służącego jako wejście do sieci, przykładowo dla operatora przebywającego w zasięgu przemiennika zakopiańskiego będzie to znak SR9UVZ. Przemienniki D-Starowe mogą składać się z kilku modułów radiowych pracujących w różnych pasmach dlatego też konieczne jest podanie w tym polu również rozszerzenia określajacego moduł. Dla przemienników pracujących w paśmie 2 m jest to litera C, a dla przemienników pracujących w paśmie 70 cm – litera B. Litera ta musi być podana koniecznie na 8 pozycji w polu, a więc w przypadku znaku 6-pozycyjnego jak SR9UVZ przed rozszerzeniem znajduje się pojedyńczy znak odstępu. Dla znaku 5-pozycyjnego, j.np. SR5WC konieczne byłyby dwa odstępy. Przykłady zawiera tabela 12.1. W polu RPT2 podawany jest znak bramki radiowo-internetowej, przez którą przemiennik jest połączony z siecią. Bramka ta (ang. *gateway*) nosi ten sam znak i różni się jedynie rozszerzeniem. Standardowo jest nim litera G, przykładowo we wpisie dla przemiennika zakopiańskiego byłoby SR9UVZ G. Podobnie jak w pierwszym polu rozszerzenie to znajduje się zawsze na 8 pozycji, czyli jest oddzielone od znaku wywoławczego przez odpowiednią liczbę znaków odstępu.

O ile znak w polu RPT1 jest konieczny zawsze w przypadku korzystania z przemiennika i opuścić go można tylko w łącznościach bezpośrednich, o tyle znak w polu RPT2 jest konieczny tylko w przypadku prowadzenia łączności na dalsze dystanse – czyli właśnie korzystających z bramki internetowej. Zmiana zawartości pól RPT1 i RPT2 jest konieczna w przypadku gdy operator zamierza korzystać z innego przemiennika.
Polem o najczęściej zmienianej zawartości jest pole adresu docelowego – YOUR. W polu tym podawane są w pierwszym rzędzie polecenia dla stacji przemiennikowych. Są to polecenia połączenia z wybraną stacją docelową, polecenia rozłączenia lub transmisji tylko w zasięgu lokalnym.
Zmiana zawartości tego i poprzednich dwóch pól na bieżąco w trakcie łączności jest wprawdzie możliwa, ale jest to dość uciążliwe i dlatego wygodniej jest zapisać potrzebne kombinacje w pamięci. Nowoczesne radiostacje są wyposażone przeważnie w co najmniej kilkaset komórek pamięci, a więc nie sprawi to żadnych problemów. Rozwiązaniem wygodniejszym niż wpisanie danych bezpośrednio na radiostacji korzystając z jej klawiatury i wyświetlacza jest skorzystanie z programu konfiguracyjnego. Programy te pod nazwami CS-31, CS-51, CS-80, CS-5100 itd. w zależności od modelu radiostacji są ostatnio dostępne bezpłatnie w internecie lub u dystrybutorów. Konieczne jest tylko zaopatrzenie się w odpowiednik kabel do połączenia z komputerem. Inwestycja opłaci się nie tylko ze względu na wygodę progamowania sprzętu, ale nie bez znaczenia jest też posiadanie na komputerze kopii konfiguracji na wypadek, gdyby zawartość pamięci radiostacji została z jakiegoś powodu utracona.
W dalszych naszych rozważaniach posłużmy się przykładem podanym w tabeli 12.1. Dla lepszej orienacji zawiera ona jedynie najistotniejsze pola konfiguracyjne. W oknach programów konfiguracyjnych na komputerze występuje znacznie większa liczba kolumn, ale większość z nich, takich jak częstotliwość pracy, odstęp do pracy przez przemienniki itp. nie wymaga szczegółowych objaśnień.
W przykładach zamieszczonych w tabeli założono, że stacja znajduje się w zasięgu przemiennika warszawskiego SR5WC pracującego w paśmie 70 cm (SR5WC B). Znak ten należy zastąpić przez znak wywoławczy i rozszerzenie dla rzeczywiście wykorzystywanego przemiennika. Nazwa podana w drugiej rubryce jest widoczna na wyświetlaczu radiostacji po wybraniu danej pamięci. Jest ona wprawdzie dowolna, ale powinna stanowić pomoc dla operatora. Długość nazwy jest przeważnie (zależnie od modelu sprzętu) ograniczona do 8 znaków alfanumerycznych. Przykładowo dla pracy lokalnej przez przemiennik SR5WC autor zaproponował nazwę L/SR5WC ale możliwa byłaby też nazwa Lok/1WC (z opuszczeniem prefiksu SR). W obu przypadkach w 8 pozycjach zmieszczą się również 6 literowe znaki wywoławcze. Dla osób wyjeżdżających za garanicę wariant 2 jest mniej dogodny właśnie z powodu braku w nazwie prefiksu przemiennika. Ze względu na to, że dla każdego przemiennika dostępowego praktyczne jest przygotować więcej wpisów wyświetlanie zamiast oznaczenia częstotliwości pracy lub znaku przemiennika jak dla przemienników FM jest tutaj niewystarczające.
Dla połączeń z innymi przemiennikami autor zaproponował wpisanie w polu nazwy danego rozkazu, np. SR9UVKBL dla połączenia z przemiennikiem SR9UVK B, ale można podać QTH przemiennika (Katowice) albo jakiś inny dowolny, mówiący coś operatorowi skrót.
Zamiast trudniejszych do rozpoznania i policzenia w drukowanym tekście odstępów autor użył w tabeli znaku wężyka czyli tytły (~) tam, gdzie liczba odstępów jest istotna. Wpisując dane w programie konfiguracyjnym należy oczywiście zamiast każdej z nich wpisać znak odstępu. Nie wolno także zapomnieć o wpisaniu w konfiguracji w każdej komórce częstotliwości pracy (dla SR5WC – 438,600 MHz) i odstępu kanałów (w paśmie 70 cm – -7,6 MHz). Tony podakustyczne CTCSS, ton 1750 Hz itp. nie są stosowane w dostępie do przemienników cyfrowych, a więc odpowiednie rubryki są bez znaczenia.
Komórka nr 1 zawiera konfigurację stosowaną w łącznościach lokalnych przez przemiennik wpisany do pola RPT1 i w sytuacjach gdy przemiennik ten jest połączony przez sieć z innym – wpis w polu RPT2 jest potrzebny tylko w tym przypadku, ale w pierwszym w niczym nie szkodzi, więc dla obu sytuacji wystarczy wpis taki jak w komórce 1.
Komórki 2 – 4 zawierają przykłady połączeń lokalnego przemiennika z przemiennikami w innych częściach kraju. Polecenie zawiera znak przemiennika wraz z rozszerzeniem (w przykładach litera B lub C w zależności od wybranego modułu przemiennika docelowego) i na pozycji 8 literę L. Dla znaków krótszych, jak w komórce 4, między znakiem wywoławczym przemiennika a oznaczeniem modułu wprowadza się odpowiednio jeden lub więcej znaków odstępu, tak aby litera L wypadała zawsze na 8 pozycji, a rozszerzenie na 7. Zamiast powtórzenia poleceń w nazwach komórek można by je w tych

przykładach nazwać odpowiednio *Zakopane*, *Krynica* i *Mragowo*. Oczywiście można zaprogramować dowolnie wiele poleceń połączenia z przemiennikami w kraju i za granicą w zależności od potrzeby. Szczególne znaczenie ma zawartość komórki nr 7. Polecenie składa się z litery U znajdującej się jak zwykle na 8 pozycji, a nazwa może być dowolna – przykładowo wyłącznie litera U. Służy ono do rozłączenia wszystkich istniejących połączeń przemiennika ze światem zewnętrznym. W obecnych rozwiązaniach nie przewidziano możliwości selektywnego rozłączania.
Komórki 5 i 6 zawierają z kolei przykłady poleceń połączenia przemiennika z reflektorami.
Reflektory są serwerami konferencyjnymi rozsyłającymi dane otrzymane od jednego z użytkowników do wszystkich innych połączonych z nimi podobnie jak reflektor samochodowy odbija światło umieszczonej w nim żarówki.
Na serwerach tych skonfigurowana jest mniejsza lub większa liczba kółeczek dyskusyjnych oznaczanych literami A – Z. Można je także nazwać grupami rozmówców. Są one często powiązane z konkretnymi krajami, językami lub tematami dyskusji. Dosłowne tłumaczenie angielskiej nazwy tych kółeczek *room* jako *pokój* autor uważa za mniej zgrabne.
Polski reflektor REF032 posiada trzy takie kółeczka oznaczone literami A – C. Oznaczenie wybranego kółeczka musi oczywiście występować w poleceniu analogicznie jak oznaczenie modułu pasmowego przemienników. W odróżnieniu od przemienników litery te nie mają nic wspólnego z zakresem pracy ponieważ reflektory są dostępne za pośrednictwem przemienników, a nie bezpośrednio radiowo.
Drugim z polskich reflektorów jest DCS002G (pozostałe kółeczka są używane przez inne grupy krótkofalowców z różnych krajów). Jest on reflektorem skrośnym spinającym cyfrowe światy D-Stara i DMR, ale korzystanie z niego wymaga zarejestrowania się także w sieci DMR nawet dla dostępu wyłącznie od strony D-Starowej. W łącznościach zagranicznych reflektory (tamtejsze) stanowią cenną pomoc oszczędzając wysiłku związanego z poszukiwaniem korespondentów na licznych przemiennikach (w dużych krajach, takich jak Włochy, pracuje kilkadziesiąt do setki przemienników).
Informacje o reflektorach D-Starowych można znaleźć w Internecie m.in. pod adresami [12.2] i [12.4]. W pierwszym okresie oswajania się z łącznościami w sieci cyfrowej dane te nie są jednak niezbędne.
Komórki 11 – 17 w tabeli zawierają identyczne przykłady dla stacji korzystającej ze zlokalizowanego w Chwaszczynie przemiennika SR2UVG.

Przebieg łączności

Prowadzenie łączności przez sieć wymaga połączenia lokalnego przemiennika z wybranym zdalnym przemiennikiem za pomocą polecenia podobnego do przykładów z komórek 2 – 4.
Podanie polecenia wymaga po wybraniu pożądanej komórki pamięci jedynie naciśnięcia przycisku nadawania na kilka sekund. Komunikat „Połączony z ...” (lub jego odpowiednik w innym języku) otrzymany z przemiennika po przejściu na odbiór oznacza, że oba przemienniki są ze sobą połączone. Natomiast komunikat „Łączę z...” (lub jego odpowiednik w innym języku) oznacza praktycznie niepowodzenie – brak połączenia ze zdalnym przemiennikiem.
Po uzyskaniu połączenia należy przejść do konfiguracji CQCQCQ – zawartej w komórce 1 – i dopiero można zapoczątkować QSO. Pozostanie przy poleceniu połączenia powodowałoby jego ciągłe powtarzanie co nie tylko nie ma większego sensu ale może także powodować zakłócenia w pracy systemu.
Przed rozpoczęciem własnych wywołań lub wejściem do pracującej na przemienniku grupy konieczne jest dokładne przysłuchanie się i zorientowanie w sytuacji – jak zresztą w przypadku każdej łączności amatorskiej.
Ze względu na opóźnienia spowodowane transmisją danych w sieci konieczne jest pozostawianie między relacjami dwu- trzysekundowych przerw, gdyż w przeciwnym przypadku uniemożliwia to dostęp innym stacjom.
Po zakończeniu łączności trzeba jeszcze po sobie posprzątać czyli rozłączyć przemieniki za pomocą polecenia zawartego w komórce 7, chyba że z połączenia obu przemienników korzystają dalej inne stacje.
Podobnie przebiegają łączności przez reflektory, z tym że ponieważ grono uczestniczących stacji może być znacznie szersze tym ważniejszy jest nasłuch i przekonanie się, że nikomu nie wejdziemy w paradę. Ze względu na potencjalnie większy zasięg praca przez reflektory wymaga większej dyscypliny od operatorów.

Często zdarza sie też, że lokalny przemiennik po poprzednim użyciu pozostał połączony z którymś z reflektorów i że w związku z tym odbierane są stacje z dalszych okolic. Połączenie przemienników z reflektorem ma od strony logicznej topologię gwiaździstą więc po upewnieniu się, że w łączności nie uczestniczą stacje pracujące przez lokalny przemiennik można (ewentualnie po zapytaniu i upewnieniu się) odłączyć przemiennik od reflektora nie zakłócając QSO tych dalszych stacji i skorzystać z niego do własnych celów.
Do połączenia z reflektorami używane są także tony DTMF podobnie jak w Echolinku. Dla reflektorów DCS ciąg tonów składa się z litery „D" (klawisza D na 16-przyciskowej klawiaturze) numeru reflektora i dla pierwszych czterech kółeczek litery A – D, czyli odpowiednio jednego z przycisków na 16-elementowej klawiaturze DTMF. Zamiast dalszych liter, ale również i zamiast pierwszych czterech można podać dwucyfrowy numer litery w alfabecie. Przykładowo kodem dla połączenia z reflektorem DCS002G jest D207. Zera poprzedzające numer reflektora można opuścić, a 07 jest numerem litery G w alfabecie. Numer litery musi być podany dwucyfrowo, a więc tutaj zera nie można opuścić.
Kod DTMF można nadać od razu w konfiguracji z CQCQCQ w polu YOUR, a więc oszczędza się przełączania pamięci i wogóle zapisu w niej odpowiednich poleceń (w przykładzie z tabeli 12.1 zbędne byłyby więc wpisy w komórkach 5, 6, 15 i 16). Do rozłączenia służy znak krzyżyka #. Dla reflektorów REF numer musi być poprzedzony gwiazdką, a więc dla REF023C będzie to *32C lub *3203. Dla reflektorów XRF podawany jest tylko numer i oznaczenie kółeczka, a więc dla reflektora XRF055A będzie to 55A lub 5501.
Radiostacje nie wyposażone w klawiaturę DTMF posiadają jednak przeważnie specjalne pamięci dla tych kodów (jest ich najczęściej 10 – 16). Sposób zapisu danych w pamięciach DTMF poprzez menu jest podany w instrukcji sprzętu. Znacznie wygodniej jest i te dane wpisać za pomocą komputera.
Polecenia nawiązania połączenia lub jego przerwania są interpretowane i wykonywane jedynie przez przemiennik służący użytkownikowi jako wejściowy (w przykładach z tabeli 12.1 odpowiednio SR5WC lub SR2UVG) i nie ma możiwości sterowania innymi z nim połączonymi.
Zapis w komórce 8 jest przykładem wywołania stacji indywidualnej przez sieć. Tego typu wywołanie po znaku jest dość wygodne ponieważ system sam znajduje adresata odciążając od tego zadania wywołującego. Rozwiązanie to ma jednak istotną wadę: wywołujący nie mając podsłuchu i orientacji o sytuacji na przemienniku, za którym dostępna jest poszukiwana stacja może niechcący wejść w paradę innym korzystającym z niego stacjom. Pakiety danych tej i innych łączności są wprawdzie nadawane przemiennie ale powoduje to krótsze lub dłuższe przerwy w nadawanym dźwięku albo opóźnienia powodujące, że nadawca po przejściu na odbiór słyszy jeszcze koniec własnej relacji.

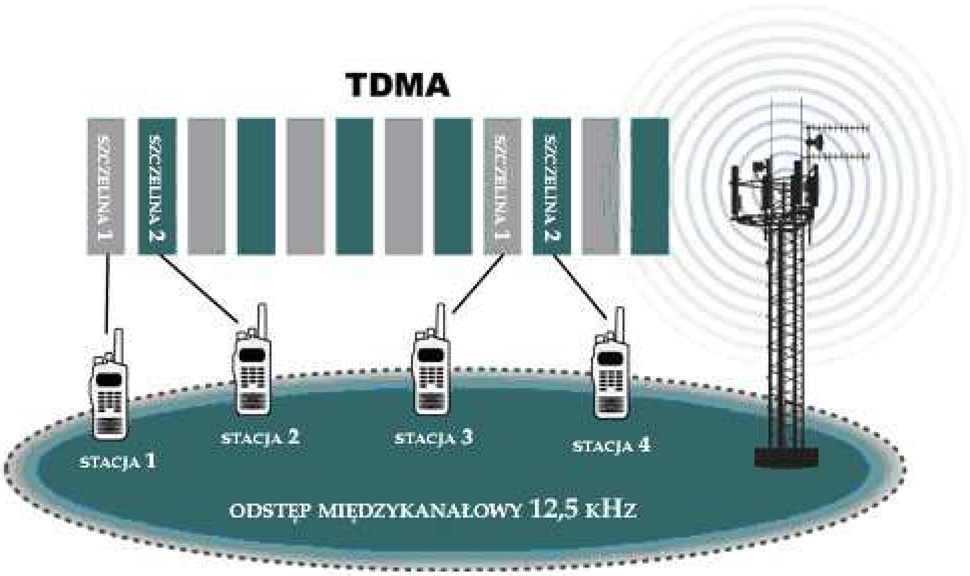
Tabela 12.1
Przykład zaprogramowania radiostacji D-Starowej dla dwóch przemienników dostępowych. Znaki odstępów w polach adresowych zastąpiono dla poprawy przejrzystości wężykami (tytłami)

Numer	Nazwa	RPT1	RPT2	YOUR
1	L/SR5WC	SR5WC~~B	SR5WC~~G	CQCQCQ
2	SR9UVZBL	SR5WC~~B	SR5WC~~G	SR9UVZBL
3	SR9UVJCL	SR5WC~~B	SR5WC~~G	SR9UVJCL
4	SR4ML BL	SR5WC~~B	SR5WC~~G	SR4ML~BL
5	REF032AL	SR5WC~~B	SR5WC~~G	REF032AL
6	DCS002GL	SR5WC~~B	SR5WC~~G	DCS002GL
7	U	SR5WC~~B	SR5WC~~G	~~~~~~~U
8	OE1KDA	SR5WC~~B	SR5WC~~G	OE1KDA
11	L/SR2UVG	SR2UVG~B	SR2UVG~G	CQCQCQ
12	SR9UVZBL	SR2UVG~B	SR2UVG~G	SR9UVZBL
13	SR9UVJCL	SR2UVG~B	SR2UVG~G	SR9UVJCL
14	SR4ML BL	SR2UVG~B	SR2UVG~G	SR4ML~BL
15	REF032AL	SR2UVG~B	SR2UVG~G	REF032AL
16	DCS002GL	SR2UVG~B	SR2UVG~G	DCS002GL
17	U	SR2UVG~B	SR2UVG~G	~~~~~~~U

13. Sieć cyfrowego głosu DMR

Profesjonalny system cyfrowej transmisji głosu DMR znajduje również szerokie zastosowanie w krótkofalarstwie i ciągle uruchamiane są nowe przemienniki. Podobnie jak D-Star pozwala on nie tylko na łączności lokalne, ale również na większe odległości przez sieć. Stosowany w DMR nowszy typ wokodera AMBE++ zapewnia lepszą jakość dźwięku, a sprzęt nadawczo-odbiorczy o właściwościach odpowiadających wymogom profesjonalnym jest wytwarzany przez wielu producentów.

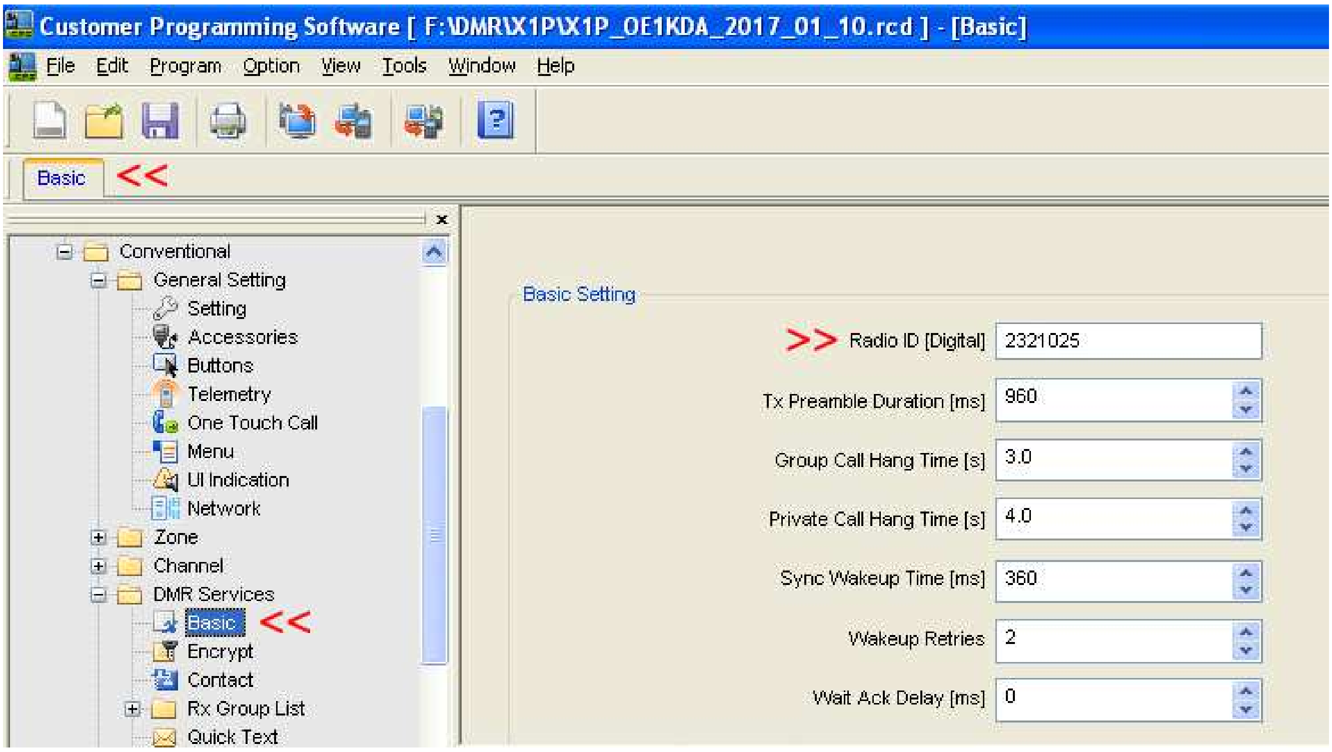
DMR jest cyfrowym standardem transmisji mowy, opracowanym przez Europejski Instytut Standardów Telekomunikacyjnych, na którym opiera się szereg różnych rozwiązań autorstwa poszczególnych firm. Njabardziej znanymi z nich są „Motorola" i „Hytera" Rozwiązania firmowe są między sobą kompatybilne na poziomie podstawowej funkcjonalności, ale na poziomie dalszym już tylko częściowo. Podstawową cechą charakterystyczną systemu DMR jest praca z wielodostępem czasowym (TDMA). W standardzie DMR stosowane są dwie szczeliny czasowe (ang. *time slot*, *TS*), jak to pokazano na rys. 13.1, W systemach profesjonalnych każda ze szczelin może być przeznaczona wyłącznie do transmisji głosu lub danych. W sieci amatorskiej do transmisji glosu i dodatkowych krótkich komunikatów tekstowych wykorzystywane są obie szczeliny, przy czym szczelina 1 (TS1) jest używana głównie dla łączności na dłuższych dystansach, a 2 (TS2) – dla łączności lokalnych i dostępu do reflektorów. Nie jest to jednak niezłomna zasada. Szczeliny czasowe stanowią odrębne kanały podobnie jak w przypadku różnych częstotliwości pracy.



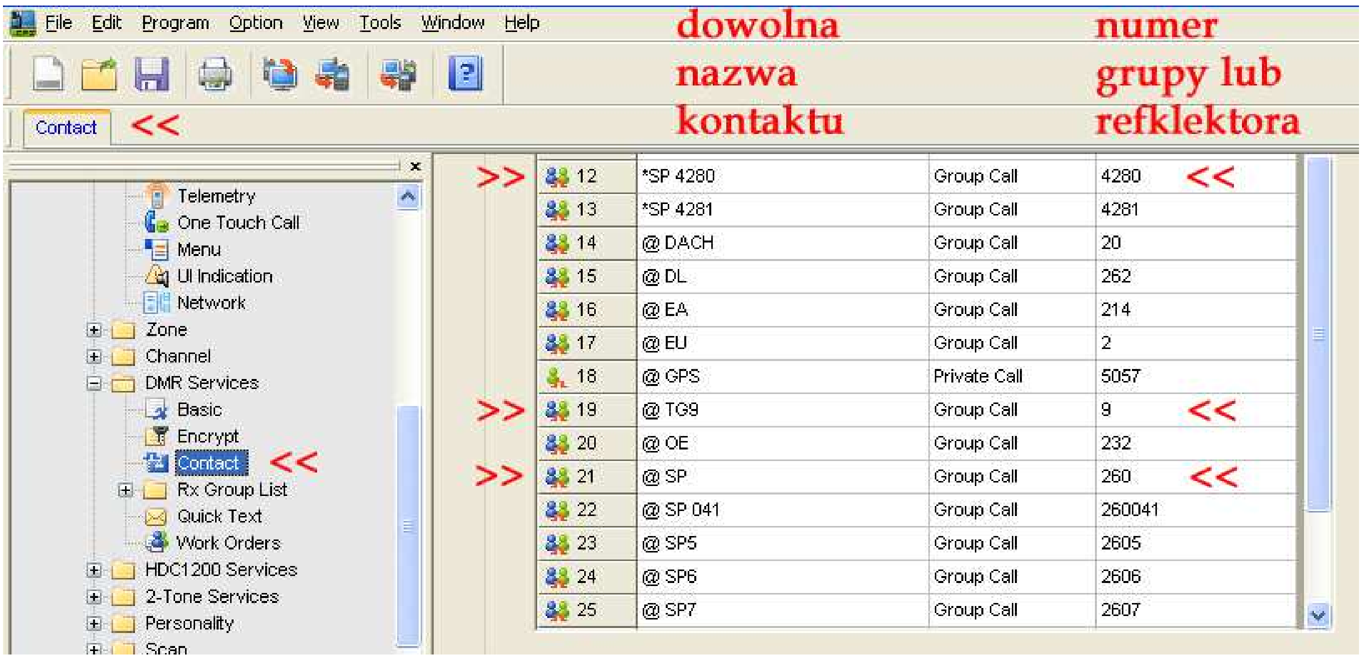
Rys. 13.1. Zasada pracy wielodostępu czasowego w standardzie DMR

Warunkiem uczestnictwa w sieci DMR jest rejestracja. Jest ona bezpłatna, a po jej dokonaniu (w Polsce pod adresem [13.1]) użytkownicy otrzymują jednoznaczne w skali światowej numery identyfikacyjne. Obecnie są to numery siedmiocyfrowe, przy czym pierwsze trzy cyfry oznaczają kraj, czwarta region, a ostatnie trzy – są przydzielane idywidualnie. W Polsce zgodnie z międzynarodowymi ustaleniami przyznawane są numery z serii 260.
Użytkownicy są podzieleni na grupy (ang. *Talk Group* – TG) mogące korzystać z tych samych szczelin czasowych. Grupy te są od siebie izolowane tak, że nie przeszkadzają sobie w łącznościach, a każdy z użytkowników może nasłuchiwać łączności prowadzonych tylko w jednej wybranej przez niego grupie. Grupy użytkowników zwane albo grupami rozmówców albo grupami rozmownymi noszą najczęściej ogólnie znane numery i są przypisane do jednej lub do obu szczelin czasowych. I tak grupa o zasięgu lokalnym nosi numer 9 (TG9) jest dostępna standardowo w szczelinie 2, ale bardzo często również i w 1. Polska grupa krajowa nosi numer 260 (TG260) i jest przypisana do szczeliny 1. W niektórych krajach grupy krajowe są dostępne także w szczelinie 2, ale nie jest to ogólną zasadą. Grupy takie jak TG1 (światowa) i TG2 (europejska) są natomiast zawsze dostępne tylko w szczelinie 1. Liczba

obecnie zdefiniowanych grup jest znaczna i co pewien czas przybywają nowe (być może jest już ich nawet zbyt wiele), dlatego też z aktualnym stanem najlepiej zapoznać się w witrynie [13.1]. Dla początkujących użytkowników w Polsce najważniejsze są grupy TG9 (lokalna), TG260 (ogólnopolska) i ewentualnie także grupy TG2601 – TG2609 przypisane odpowiednio okręgom SP1 – SP9. Po zdobyciu pierwszych doświadczeń i zorientowaniu się w aktywności można zainteresować się dalszymi grupami i zaprogramować je w radiostacji. Oprócz stacji przemiennikowych w sieci DMR występują także reflektory – działające w ten sam sposób jak reflektory w sieci D-STAR. Umożliwiają one prowadzenie łączności przez użytkowników połączonych z różnymi, nawet odległymi od siebie przemiennikami. Dla polskich użytkowników najważniejszym z nich, zwłaszcza na początek, jest reflektor o numerze 4280. Aktualny spis przemieników i reflektorów znajduje się również w witrynie [13.1].
Radiostacje DMR są używane przez osoby o różnych zawodach, nie muszące posiadać szerszej wiedzy na temat łączności radiowych i różnych ustawień sprzętu. Znaczna wiekszość parametrów łączności takich jak częstotliwości pracy, kombinacje szczelin i grup rozmówców oraz inne dalej omówione jest programowana komputerowo, a użytkownicy oprócz bieżącej obsługi (zmiany kanałów, regulacji siły głosu itd.) mogą w menu zmieniać tylko niektóre z nich (jest to zależne też od modelu radiostacji). Przy zakupie radiostacji konieczne jest zaopatrzenie się w kabel do połączenia jej z komputerem w celu zaprogramowania niezbędnych parametrów. Do wpisania i modyfikacji parametrów konfiguracyjnych służą programy noszące oznaczenie CPS (*Customer Programming Software*) lub podobne. Są one dostosowane do poszczególnych modeli lub serii modeli radiostacji poszczególnych producentów – konieczne jest więc zainstalowanie właściwego wariantu. Programy te są dostępne bezpłatnie w Internecie m.in. pod adresem [13.2].
Dla ułatwienia zaprogramowania radiostacji w Internecie dostępne są także przykładowe pliki konfiguracyjne (ang. *codeplug*). Pliki takie dostosowane nie tylko do poszczególnych modeli radiostacji ale i wersji ich oprogramowania fabrycznego (ang. *firmware*) dostępne są w Internecie m.in. pod adresem [13.1]. Do modeli najczęściej używanych przez krótkofalowców należą ręczne radiostacje „Hytery” PD-355, PD-365, PD-375, PD-685(G), PD-785(G), X1P, AR-685, „Motoroli” DP3600/ 3601/ 4600/ 4601/ 4800/ 4801, „Tytery” MD-380, MD-390, MD-2017 „Connect Systems” CS-700 i samochodowe „Hytery” MD-655, MD-785 oraz „Motoroli” DM3600/3601/4600/4601. Ze względu na niższą cenę radiostacje przenośne cieszą się trochę większą popularnością. Radiostacje DMR-owe są, poza MD-2017, radiostacjami jednopasmowymi i pracują albo w paśmie 70 cm albo – 2 m. Zdecydowana większość przemienników w Polsce i innych krajach europejskich korzysta z pasma 70 cm, ale przed zakupem sprzętu warto sprawdzić częstotliwość używaną przez najbliższy przemiennik (lub przemienniki). Inną istotną różnicą między poszczególnymi modelami sprzętu jest wyposażenie w odbiornik GPS lub też jego brak.
Liczba parametrów wymagających wprowadzenia lub modyfikacji w gotowych plikach wzorcowych dla szybkiego wyjścia w eter jest niewielka. Po opanowaniu podstawowych spraw związanych z prowadzeniem łączności można przystąpić do uzupełnienia konfiguracji i wykorzystania dalszych funkcji sprzętu.
W dalszym ciągu przedstawiony jest przykład minimalnej konfiguracji na przykładzie X1P, ale ten sam program CPS służy do konfiguracji radiostacji „Hytery” z serii 5, 6 i 7. Nie wyróżnione na ilustracjach parametry mogą na początek zachować wartości domyślne lub ustawione w pliku wzorcowym. Bardziej szczegółowe instrukcje obsługi programu CPS, konfiguracji i uruchamiania dalszych funkcji radiostacji podano w tomach 26 i 326 „Biblioteki polskiego krótkofalowca”.
Pierwszym i najważniejszym parametrem jest własny identyfikator, bez którego niemożliwe jest prowadzenie łączności (rys. 13.2). Posiadacze kilku radiostacji mogą korzystać z tego samego identyfikatora pod warunkiem, że w danej chwili czynna jest tylko jedna z nich.
Kolejnym krokiem jest wprowadzenie najważniejszych kontaktów (rys. 13.3). Na początek wystarczą grupy TG9 i TG260 oraz reflektor 4280. Dla łatwiejszego odróżnienia autor poprzedził w rubryce drugiej oznaczenia grup znakiem „@”, a reflektorów – gwiazdką. Ich właściwe numery są podane w rubryce czwartej. Spis kontaktów może być oczywiście obszerniejszy w zależności od potrzeb i zainteresowań operatora. Reflektor 4280 jest reflektorem skrośnym dostępnym z sieci D-Starowej jako DCS002G.



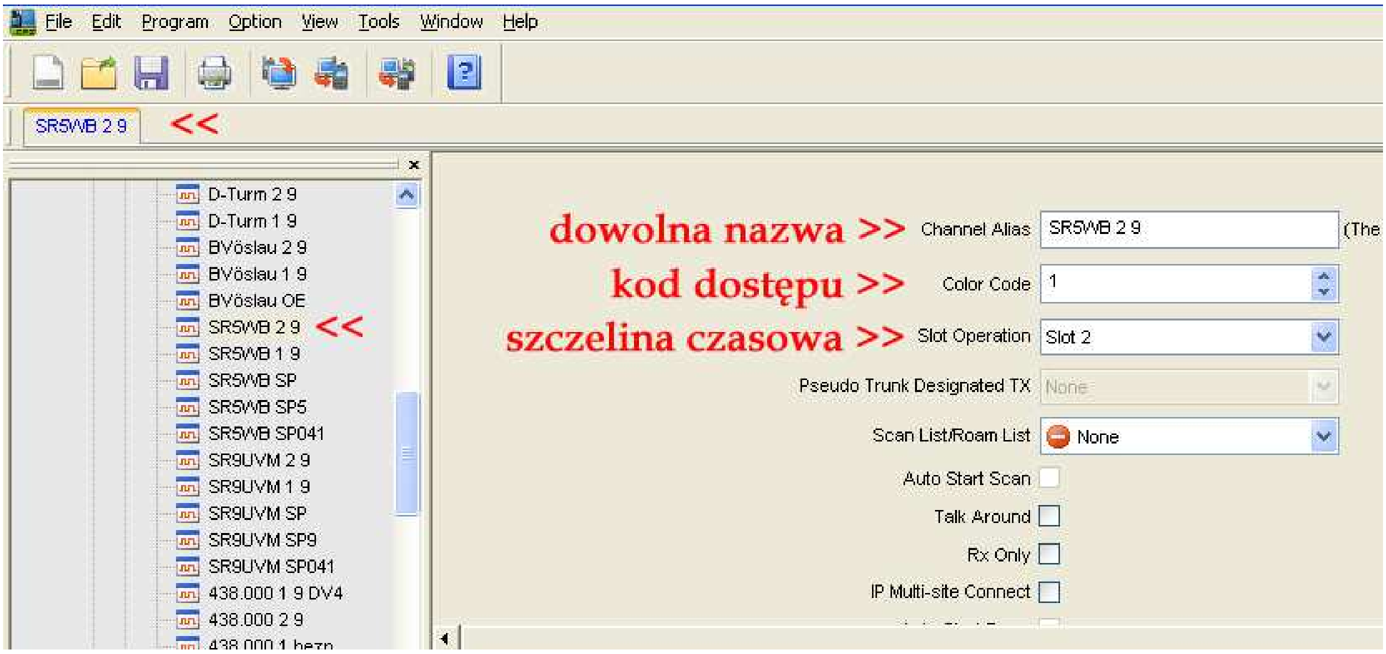
Rys. 13.2. Wprowadzenie własnego identyfikatora otrzymanego w wyniku rejestracji jest niezbędne do wyjścia w eter



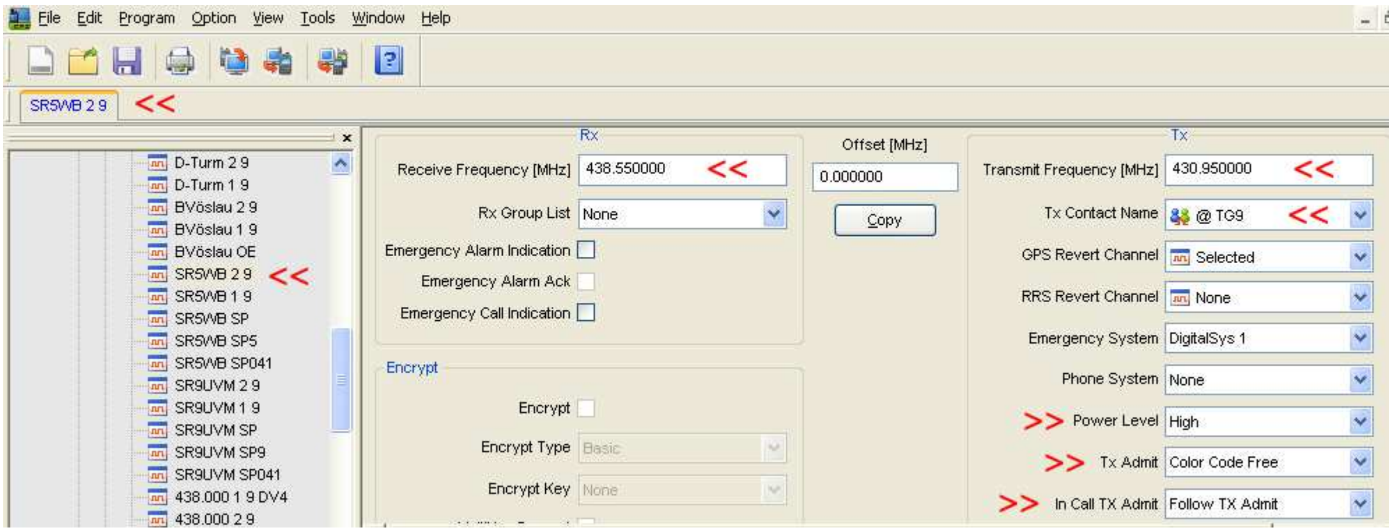
Rys. 13.3. Krótki spis kontaktów. Nazwy w rubryce drugiej są dowolne, a właściwe numery podane są w prawej rubryce

Po wpisaniu kontaktów następuje konfiguracja kanałów radiowych. Do niezbędnych danych należą tu również numery (oznaczenia) grup ze spisu kontaktów. Liczba parametrów jest większa i nie wszystkie z nich mieszczą się razem na ekranie, dlatego też konfiguracja jest przedstawiona na dwóch ilustracjach: 4 i 5. Przykład konfiguracji dotyczy łączności lokalnych w grupie 9 i szczelinie 2 przez przemiennik SR5WB. Dla innych przemienników konieczne jest podanie właściwych częstotliwości nadawania i odbioru oraz oczywiście dopasowanie nazwy.

Licząc od góry na rys. 4 pierwszym z nich jest (dowolna) nazwa kanału. W przykładowej nazwie zawarty jest znak wywoławczy przemiennika, numer szczeliny czasowej i numer grupy rozmówców. Jeżeli dana grupa jest dostępna tylko w jednej ze szczelin można opuścić numer szczeliny. Zamiast znaku przemiennika w nazwie kanału może znaleźć się jego lokalizacja. Drugim z parametrów jest „Color Code” (CC). Pełni on funkcję selektywnego wywołania przemiennika podobnie jak CTCSS dla przemienników FM. Przeważnie używany jest kod CC1, ale przed zaprogramowaniem warto sprawdzić to w spisie przemienników ([13.1], [13.3]). W odróżnieniu od CTCSS jest to parametr obowiązkowy. Trzecim z parametrów jest numer szczeliny – tutaj dla łączności lokalnych jest to szczelina 2. W analogiczny sposób można też dla grupy 9 zaprogramować dostęp w szczelinie 1 (patrz kanał poniżej) przez ten sam przemiennik. Wszystkie pozostałe dane, poza nazwą nie ulegają zmianie.



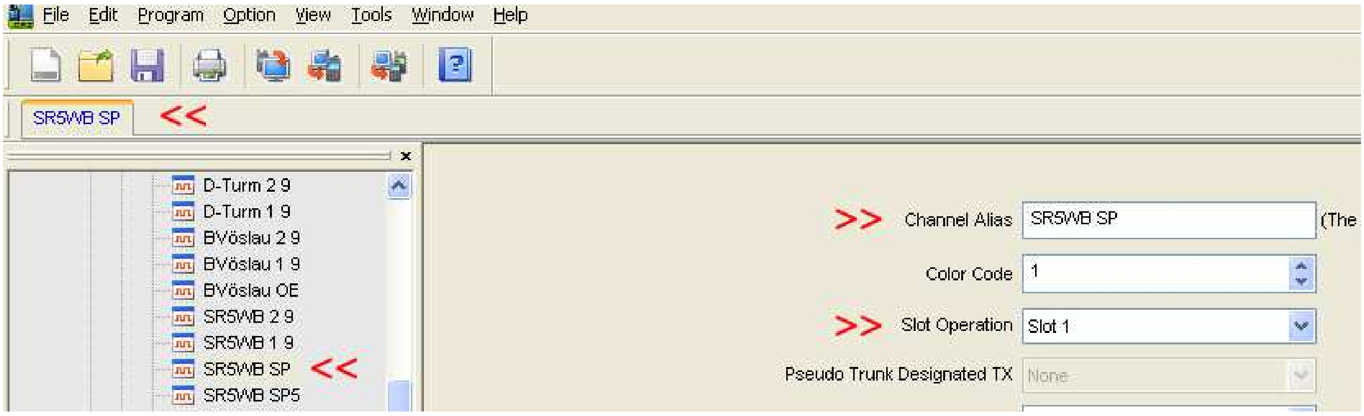
Rys. 13.4. Konfiguracja kanału radiowego dla łączności w grupie 9 i szczelinie 2



Rys. 13.5. Dalszy ciąg konfiguracji z rys. 13.4

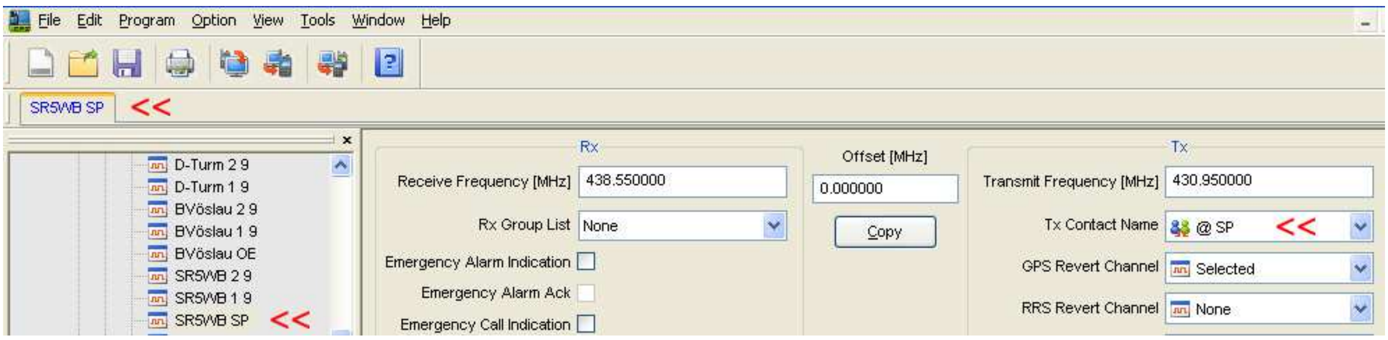
Do dalszych widocznych na rys. 13.5 parametrów należą w pierwszym rzędzie częstotliwości pracy (np. wejściowa i wyjściowa przemiennika). W odróżnieniu od systemu D-Star znak wywoławczy przemiennika nie jest potrzebny w konfiguracji. W podanym przykładzie użyto go tylko w wyświet-

lanym oznaczeniu kanału, ale ono może być oczywiście dowolne. Poniżej pól częstotliwości znajduje się rozwijany spis grup zawierający grupy wpisane uprzednio do spisu kontaktów. Dla łączności lokalnych wybrana została tutaj grupa TG9 (o nazwie „@ TG9”). Następnym istotnym parametrem jest zasada dostępu do kanału radiowego. Standardowo w przemiennikowych kanałach DMR stosuje się regułę „Color Code Free”. W polu poniżej wybrana jest ta sama reguła co dla nadawania („Follow TX Admit”). W zależności od potrzeb można też wybrać niską lub pełną moc nadawania („Power level"). Poniżej – niewidoczne już na ekranie – znajduje się pole ograniczenia czasu nadawania. Czas ten podany w sekundach jest wybierany z rozwijanego spisu. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiona jest konfiguracja kanału dla łączności przez ten sam przemiennik w grupie ogólnokrajowej i szczelinie 1. Na ilustracjach zaznaczo strzałkami jedynie pola o zawartości różniącej się w stosunku do poprzedniego przykładu. Są to, oprócz oznaczenia kanału, pole szczeliny czasowej i grupy rozmówców: teraz jest to szczelina TS1 i grupa TG260 („@ SP”). W analogiczny sposób konfiguruje się kanały dla innych używanych przemienników i dla dowolnej liczby potrzebnych grup.



Rys. 13.6. Konfiguracja dla łączności ogolnokrajowych w grupie 260. Na rysunku zaznaczono jedynie różnice w stosunku do poprzedniego przykładu

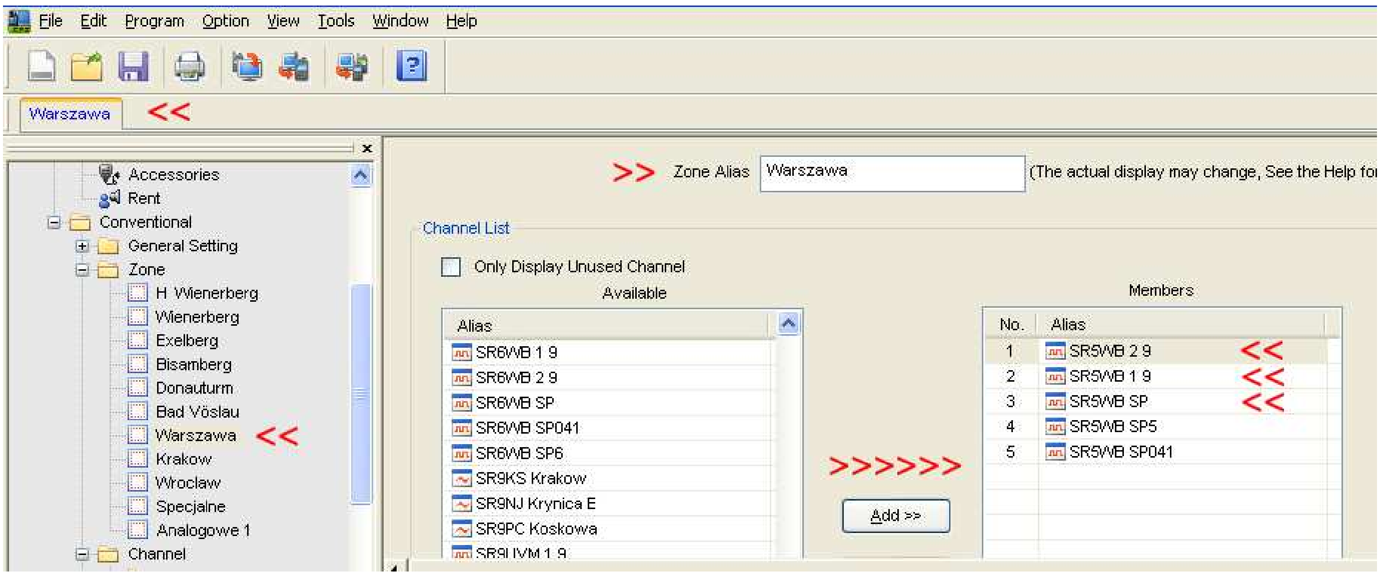
Strefy (ang. *zone*) są po prostu zorganizowanymi w pamięci radiostacji grupami dowolnych kanałów. Wygodnie jest, aby były one ze sobą w jakiś sposób powiązane: logicznie, geograficznie, z jakąś grupą korespondentów (nie chodzi tu o grupę rozmówców w sensie używanym w DMR, a np. o grupę osób o wspólnych zainteresowaniach) itp., ale formalnie rzecz biorąc mogą to być dowolne kanały zarówno analogowe jak i DMR. Radiostacje DMR mogą pracować także analogowo z modulacją FM, ale w obecnym opracowaniu rezygnujemy ze szczegółowego zajęcia się tą sprawą. Została ona wyczerpująco poruszona w „Poradniku DMR”. Najczęściej liczba kanałów należących do danej strefy jest ograniczona do 16, ale nie zmienia to w żadnym stopniu zasad grupowania. W zależności od modelu radiostacji liczba stref wynosi przeważnie od 16 do 64, chociaż zdarzają się też modele o kilku strefach.



Rys. 13.7. Dalsze parametry konfuguracyjne dla przykładu z rys. 13.6

Na przykładzie strefy „Warszawa” (nazwa jak zwykle jest dowolna) na rysunku 13.8 przedstawiona jest konfiguracja strefy. Spośród zdefiniowanych uprzednio kanałów wyświetlanych w lewym oknie wybie-

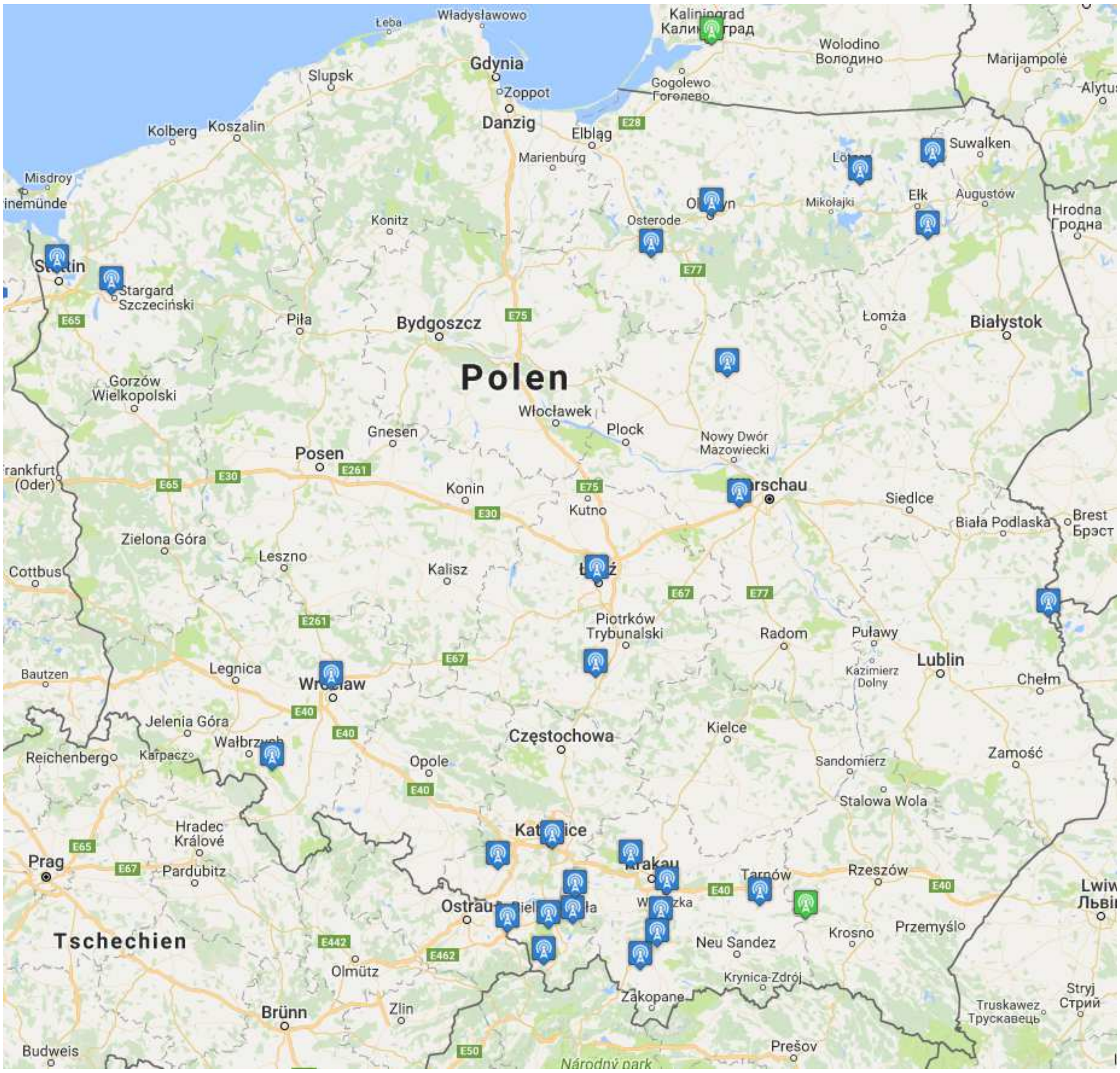
ra się myszą pożądane i naciskając widoczny po środku przycisk przenosi się je do prawego okna. Strzałkami zaznaczono w nim omówione już minimum kanałów. Kanały mogą być przypisane równolegle do wielu różnych stref jeżeli jest to praktyczne z jakiegokolwiek powodu.
Ponieważ znak przemiennika nie jest koniecznym parametrem konfiguracji każdy z wpisanych kanałów może być wykorzystywany do pracy przez dowolne przemienniki pracujące na podanej częstotliwości – podobnie jak w sieciach analogowej i C4FM a inaczej niż w systemie D-STAR.
Na tym można już zakończyć minimalną konfigurację sprzętu i po podłączeniu radiostacji do komputera za pomocą kabla przepisać dane do jej pamięci. Po pomyślnym zapisaniu danych radiostacja jest gotowa do użytku. Należy za pomocą znajdujących się na jej obudowie (lub mikrofonie w przypadku radiostacji przewoźnych) przycisków wybrać strefę, a w niej pożądany kanał, przykładowo dla łączności lokalnych w szczelinie 2 i po przynajmniej krótkim nasłuchu można nadać wywołanie lub włączyć się do rozmowy. Po zmiane kanału na inny w ten sam sposób prowadzi się łączności w pozostałych zaprogramowanych grupach.
Tylko niewiele bardziej skomplikowany jest sposób korzystania z reflektorów. Należy wybrać kanał do łączności w grupie 9 i szczelinie drugiej, a następnie za pomocą odpowiedniego przycisku wywołać spis kontaktów, wybrać w nim reflektor, np. „*4280” i na krótko nacisnąć przycisk nadawania. Po otrzymaniu głosem meldunku o połączeniu przemiennika z reflektorem dalszą łączność prowadzi się w już ustawionej grupie 9 i szczelinie 2. Spis kontaktów powinien, o czym nie wspomnieliśmy uprzednio, zawierać także wpis z pseudoadresem reflektora 4000 (wyglądający identycznie jak wpis dla reflektora 4280). Służy on do rozłączenia przemiennika z reflektorem po zakończeniu rozmowy (QSO). Rozłączenie następuje identycznie jak połączenie – po wybraniu w spisie kontaktów numeru 4000 naciska się na krótko przycisk nadawania. Spis kontaktów warto uzupełnić także o pseudoadres reflektora 5000, którym posługujemy się identycznie jak pozostałymi adresami i pseudoadresami reflektorów. Służy on do wywołania informacji o stanie połączeń przemiennika. W odróżnieniu od systemów D-STAR i C4FM do inicjowania połączeń w sieci nie można korzystać z tonów DTMF.



Rys. 13.8. Łączenie kanałów w grupy (strefy)

Zasadniczo sposób prowadzenia łączności DMR jest identyczny jak dla sieci D-Star czy Echolinku. Ze względu na czas transmisji sygnałów w łączach internetowych w rozmowach przez sieć konieczne jest zostawianie 3 – 5 sekundowych przerw między relacjami i oczywiście podawanie własnego znaku wywoławczego zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami. Łączności czysto lokalne (w grupie TG9) mogą odbywać się płynniej, bez odstępów między relacjami. Dłuższy lub krótszy nasłuch przed rozpoczęciem nadawania jest zawsze pomocny...
Po zdobyciu pewnego doświadczenia i zorientowaniu się w sytuacji przeważnie okaże się niezbędne uzupełnienie konfiguracji o następne grupy, reflektory, kanały przemiennikowe, strefy i uruchomienie dalszych, dotąd nie używanych funkcji sprzętu.

Spisy aktualnie czynnych polskich przemienników DMR wraz z bliższymi danymi są dostępne pod adresami [13.1] i [13.3].
Sieć DMR nie jest na szczęście izolowana obecnie od od pozostałych sieci cyfrowych. I tak w Polsce reflektor 4280 jest połączony z D-Starowym reflektorem DCS002G. Oprócz niego z tym samym reflektorem połączona jest grupa TG260080, grupa TG260041 zapewnia połączenie skrośne z siecią D-Starową przez reflektor XRF132C, a grupa TG260042 – z siecią Yaesu C4FM.

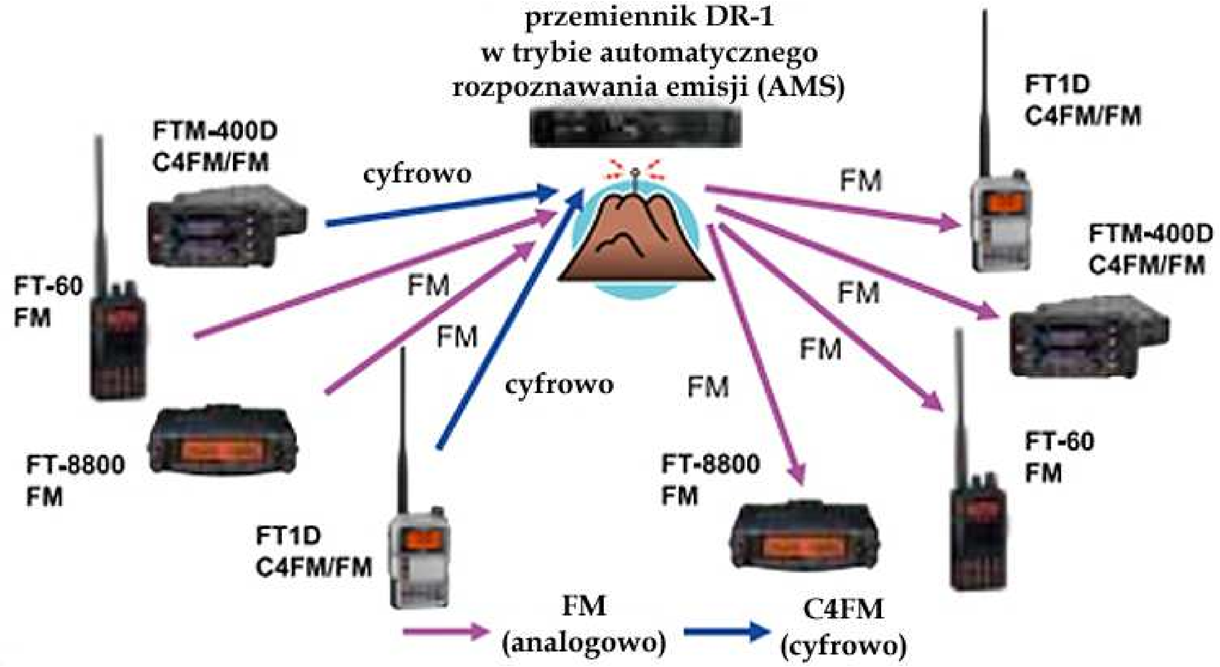


Rys. 13.9. Przemienniki DMR w Polsce. Kolor niebieski oznacza przemienniki pracujące w paśmie 70 cm, a zielony – w paśmie 2 m (stan z lutego 2017, źródło [13.3])

14. Przemienniki systemu YAESU C4FM

Trzecim z cyfrowych przeznaczonych dla krótkofalowców rozwiązań jest system firmy Yaesu znany jako C4FM/FDMA lub „System fusion". Jest to rozwiązanie stosunkowo nowe i podobnie jak D-Star opracowane na potrzeby krótkofalarskie. W zamyśle autorów sieć C4FM ma łączyć świat analogowy z cyfrowym i ułatwiać stopniowe przejście na ten ostatni.

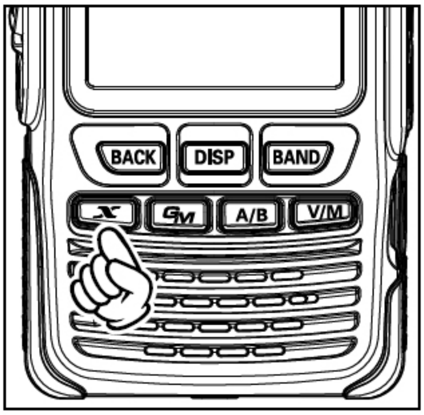
W systemie C4FM stosowane jest czterostanowe kluczowanie częstotliwości z zachowaniem ciągłości fazy przy szerokości kanału 12,5 kHz. W kluczowaniu czterostanowym transmitowane są grupy dwubitowe, przy czym każdej z kombinacji bitów odpowiada jedna z czterech dewiacji: +/- 900 lub +/-2700 Hz. Stosowany jest ten sam wokoder AMBE++, co w systemach DMR i P25 czyli nowszy niż w systemie D-STAR. Dane cyfrowe są transmitowane z przepływnością brutto 9600 bit/s. Użycie tego samego wokodera w systemach C4FM i DMR ułatwia uruchamianie połączeń skrośnych między obu sieciami, natomiast połączenia z siecią D-Star są albo bardziej skomplikowane albo uzyskuje się wyraźnie gorszą jakość dźwięku.

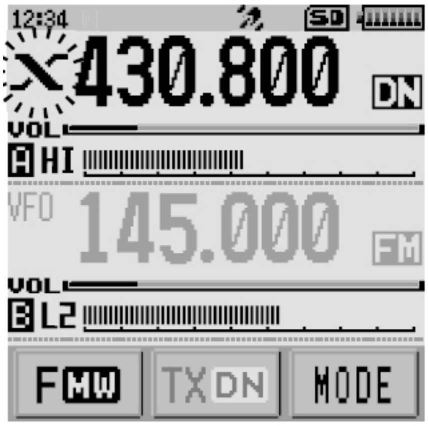


Rys. 14.1. Praca przemiennika DR1 w trybie automatycznego rozpoznawania odbieranej emisji

W zależności od ustawień przemienniki sieci i radiostacje użytkowników mogą dostosowywać się automatycznie do dbieranych sygnałów – po włączeniu automatyki – przełączając się na transmisję analogową FM lub na jeden z wariantów C4FM: równoległej transmisji głosu i danych (DN), transmisji głosu z pełną przepływnością (VW, oznaczany w dokumentacji także jako *Voice FR*) i wybieranej automatycznie w razie potrzeby transmisji danych z pełną przepływnością (DW lub *Data FR*).
W użyciu są obecnie radiostacje przenośne typów FT1(X)DE i FT2DE, przewoźne FTM-100DE, FTM-400(X)DE i FTM-3200DE oraz domowa FT991(A). Atrakcyjnym uzupełnieniem dla niektórych z nich jest mikrofon MH-85A11U wyposażony w kamerę. Jedynym producentem sprzętu radiowego jest obecnie Yaesu.
W odróżnieniu od obu pozostałych system Yaesu nie wymaga ani rejestracji ani uzyskiwania dodatkowych identyfikatorów. Lokalne łączności przez przemienniki i łączności bezpośrednie wymagają jedynie nastawienia pożądanej częstotliwości z ewentualnym jej odstępem dla przemienników po czym można już prowadzić rozmowę w taki sam sposób jak w emisji FM.
Część przemienników C4FM pracuje w trybie automatycznego rozpoznawania emisji (AMS) i pozwala również na prowadzenie łączności FM, ale w obecnym odcinku zajmujemy się jedynie transmisją cyfrowego głosu, dlatego też zakładamy, że radiostacja jest nastawiona na jeden z trybów transmisji cyfrowej. Najpraktyczniejszym z nich jest tryb DN (oznaczany w dokumentacji również jako V/D)

pozwalający na równoległą transmisję danych: komunikatów tekstowych i pozycyjnych. Tryb VW zapewnia natomiast najlepszą jakość dźwięku dzięki pełnemu wykorzystaniu dla niego przepływności kanału, a w trybie DFR możliwa jest m.in. transmisja obrazów. Standardowym trybem w transmisji cyfrowej w systemie Yaesu jest tryb DN i od niego też powinni rozpocząć swoje próby początkujący adepci systemu.
Przemienniki pracujące w trybie automatycznym przeważnie wymagają w dostępie analogowym nadawania tonu CTCSS. Ma to na celu uchronienie operatorów stacji FM przed odbiorem nużących uszy sygnałów cyfrowych. W tym celu konieczne jest, aby blokada szumów radiostacji FM otwierała się tylko przy odbiorze tego tonu. Spis polskich przemienników C4FM wraz z ich parametrami znajduje m.in. w witrynie [14.1].
Podobnie jak w sieciach D-Starowej i DMR istotną atrakcją jest możliwość łączenia się z innymi rejonami poprzez sieć i prowadzenia łączności na większe odległości. W sieci C4FM stosowane są dwa różne sposoby łączenia przemienników między sobą. Pierwszy z nich korzysta z sieci WIRES-X opartej o technologię VoIP, natomiast w drugim przemienniki są połączone z reflektorem FCS001, a właściwie z jedną z dostępnych na nim grup dyskusyjnych (można je także nazwać kółeczkami, a w terminologii angielskojęzycznej noszą one nazwę *room*). Korzystanie z sieci WIRES-X będącej nowszą wersją WIRES-II jest popularne w Polsce i za oceanem, natomiast w większości krajów europejskich (w tym w Austrii i Niemczech) dominuje oparcie się o reflektor FCS001 [14.2]. Rozwiązanie oparte o reflektor uniezależnia sieć C4FM od serwerów producenta i ułatwia korzystanie w łączach sieciowych z Hamnetu jako alternatywy do Internetu.
W sieci WIRES-X istnieje polska grupa użytkowników pod nazwą „POLAND", natomiast na reflektorze FCS001 jest to grupa 26. Obie grupy są ze sobą połączone.
W przypadku gdy przemiennik jest domyślnie połączony z jedną z grup WIRES-X lub FCS dla prowadzenia w niej łączności nie są wymagane żadne dodatkowe czynności – wystarczy tylko zwykły nasłuch i nadawanie.
Natomiast w celu połączenia używanego przemiennika z wybraną grupą lub węzłem (przemiennikiem) sieci C4FM należy nacisnąć klawisz oznaczony literą „X" (na FT2DE) lub „D/X" albo „WIRES-X" (na innych modelach). Dla uproszczenia dalsze przykłady opierają się na FT2DE (rys. 14.2), ale odpowiednie funkcje można łatwo zidentyfikować w pozostałych modelach. W przypadku wystąpienia wątpliwości zapoznanie się z instrukcją obsługi na pewno nie zaszkodzi. W FT2DE z funkcji WIRES można korzystać tylko w paśmie A.
Po naciśnięciu klawisza na wyświetlaczu widoczne jest okno służące do wyboru docelowego węzła sieci (przemiennika) lub grupy dyskusyjnej (znak X obok częstotliwości pracy sygnalizuje połączenie z węzłem WIRES-X. Zasadniczo nie jest to jednak jakiś specjalny sposób połączenia, a jedynie tryb zdalnego sterowania węzłem WIRES-X i wymiany niezbędnych w tym celu danych. W dolnej części ekranu widoczne są przyciski służące do nawiązania połączenia w sieci lub wywołania niezbędnych w tym celu informacji.
Po zakończeniu wymiany podstawowych danych z przemiennikiem (należy do nich spis dostępnych grup i przemienników) na wyświetlaczu pojawia się znak wywoławczy przemiennika (w polu pod wskaźnikiem siły odbioru), a jeżeli przemiennik jest połączony z innym lub z grupą jej znak i nazwa widoczne są w polu dolnym. Symbol obok przycisku „SEARCH & DIRECT" informuje o nawiązaniu przez przemiennik połączenia internetowego ze wskazanym poniżej celem, a jego brak – o niemożności jego nawiązania (rys. 14.3). Jeżeli cel, z którym jest połączony przemiennik jest inny niż ostatnio użyty przez operatora obok jego znaku i nazwy wyświetlany jest czarny trójkąt (rys. 14.4). Użytkownik może wówczas wybrać ze spisu nowy cel obracając gałkę strojenia.
Przycisk „Search & Direct" służy do poszukiwania pożądanych celów we wczytanym spisie. Po jego naciśnięciu na ekranie mogą pojawić się zapisane w pamięciach C1 – C5 cele ulubione, albo też za pomocą ekranowego przycisku „ALL" można wywołać pełną listę (rys. 14.5). Do jej przeszukiwania służą widoczne u dołu przyciski ze strzałkami w górę i w dół. Pożądany cel należy nacisnąć palcem na ekranie.





Rys. 14.2. Wyświetlacz FT2DE po naciśnięciu klawisza „X”. W trakcie nawiązywania kontaktu z przemiennikiem litera „X” miga (źródło rys 14.2 – 14.6: instrukcja obsługi)





Rys. 14.3. Okno na ekranie FT2DE po odebraniu z przemiennika spisu węzłów WIRES-X



Rys. 4. Widok w trakcie wyboru celu za pomocą gałki strojenia

Natomiast po naciśnięciu przycisku „Search & Direct” u dołu okna (rys. 14.5) na ekranie pojawia się klawiatura dotykowa pozwalająca na wprowadzenie znaku lub jego części i przyspieszenie dzięki temu poszukiwania w spisie. Dla połączenia się z wybranym celem należy go nacisnąć na wyświetlaczu. Zamiast wpisywania fragmentów poszukiwanych znaków można wpisać od razu 5-cyfrowy identyfikator celu – adres numeryczny w sieci WIRES-X, jeśli jest on znany operatorowi i nacisnąć przycisk „ENT” dla otrzymania połączenia. Identyfikator musi być poprzedzony znakiem krzyżyka,np. #15000 (rys. 14.6). Po połączeniu się z wybranym celem rozmowa jest prowadzona w zwykły sposób, należy tylko przestrzegać pozostawiania kilkusekundowych odstępów między relacjami. Przerwanie połączenia z odległym celem następuje po naciśnięciu i przytrzymaniu klawisza „X” przez sekundę. W radiotelefonach FTM-100DE i FTM-400DE połączenie przy użyciu adresu numerycznego rozpoczyna się od

naciśnięcia klawisza krzyżyka na mikrofonie przez sekundę, wpisania adresu i ponownego naciśnięcia klawisza krzyżyka, a do jego zakończenia trzeba przez sekundę naciskać klawisz gwiazdki.
Sposób zapisu ulubionych celów w pamięciach kategorii C1 – C5 podany jest w instrukcji obsługi, ale wygodniej przeprowadzić to korzystając z programu konfiguracyjnego dla PC.



Rys. 14.5. Wywołanie pełnego spisu dostępnych węzłów



Rys. 14.6. Wpisywanie numerycznego adresu węzła

Sieć WIRES-X pozwala nie tylko na połączenie się z przemiennikami cyfrowymi C4FM, ale również i pracującymi analogowo. Pozwala to na nawiązywanie łączności nie tylko z operatorami stacji cyfrowych, ale także i FM, co w sieciach D-STAR i DMR nie było zasadniczo możliwe.
Połączenia w sieci WIRES-X przy pracy analogowej FM nawiązuje się podając adres węzła za pomocą ciągów DTMF analogicznie jak w Echolinku, w systemie cyfrowym jest to jak widać znacznie bardziej komfortowe.
Jeżeli możliwe jest połączenie przemiennika z reflektorem FCS001 wygodnie jest skorzystać do tego celu z tonów DTMF. Dla połączenia z polską grupą 26 jest to ciąg A126, dla połączenia z grupą austriacką A109, z niemiecką A101, angielską A105, włoską – A169, a z funkcją echa – A199. Do przerwania połączenia służy (jak w Echolinku) znak krzyżyka (#). Tony DTMF są transmitowane tylko w trybie DN, w trybie VW nie ma takiej możliwości. Czas trwania każdego z tonów powinien wynosić w przybliżeniu sekundę.
W łącznościach korzystających z łączy internetowych konieczne jest zachowanie kilkusekundowych odstępów między relacjami w celu umożliwienia dostępu do przemienników i sieci również innym stacjom.
Korzystając z połączonych w sieci przemienników warto zwrócić uwagę, aby prowadzone łączności wykorzystywały infrastrukturę jednynie w minimalnym niezbędnym stopniu – warto więc zorientować się w aktualnych połączeniach i ewentualnie rozłączyć je, po czym nawiązać jedynie najbardziej pasujące. W przeciwnym przypadku niepotrzebnie „uszczęśliwiamy” naszymi rozmowami nadmiernie szerokie grono użytkowników i utrudniamy im dostęp do sieci. Po zakończeniu własnej łączności

trzeba też po sobie posprzątać czyli przywrócić poprzedni (lub domyślny) stan połączeń. Uwaga ta dotyczy oczywiście również pracy w pozostałych sieciach cyfrowego głosu.
Sieć przemienników C4FM w Polsce jest już wprawdzie dość rozbudowana (rys. 14.7), ale na razie przeważająca część terytorium kraju znajduje się poza ich zasięgiem. Zainteresowanym pozostaje wówczas skorzystanie z wielosystemowych punktów dostępowych (mikroprzemienników), takich jak „DV4mini" czy „openSpot". Pozwalają one również na pracę w sieciach D-Starowej i DMR, ale dla każdego z systemów trzeba użyć odpowiedniej radiostacji. Model „openSpot" umożliwia też na pracę skrośną – łączenie się z siecią DMR przy użyciu radiostacji C4FM i odwrotnie. Nie dotyczy to jednak sieci D-Starowej. Oba rozwiązania pozwalają tylko na korzystanie z reflektorów, przy czym w zależności od wersji oprogramowania może być to tylko międzynarodowy FCS001 lub też i (używane głównie po drugiej stronie oceanu) FSC002 i FCS003. W każdym przypadku możliwy jest wybór grupy dyskusyjnej. Dokonuje się go na monitorze komputera w oknie programu sterującego.
„DV4mini" i podobne urządzenia są też praktycznym rozwiązaniem na czas różnego rodzaju wyjazdów. Korzystanie z nich w krajach, dla których posiadamy ważną licencję nie budzi żadnych wątpliwości. Sprawą dyskusyjną jest używanie ich w pozostałych krajach, ale w przypadku takiego ograniczenia mocy, aby nadawane sygnały nie mogły być praktycznie odbierane poza lokalem lub budynkiem, w którym przebywa operator, a na pewno poza terenem, na którym stoi ów budynek, dostęp do sieci nie powinen być już tak jednoznacznie zakazany. Rozstrzygnięcie leży zasadniczo w szarej strefie prawnej, ale osobistym zdaniem autora – opartym na przepisach austriackich, z pewnością zgodnych z normami międzynarodowymi – jeżeli nadawany sygnał jest odbierany tylko w tak ograniczonym zasięgu licencja nie jest wymagana (gdyby było odwrotnie to pomiary anten przy użyciu VNA lub strojenie filtrów za pomocą generatora sygnałowego wymagałoby uzyskania na to licencji, a praktycznie nie byłoby wogóle możliwe). W związku z tym z sieciami cyfrowymi można łączyć się z dowolnego miejsca na świecie pod warunkiem dostępu z niego do Internetu – transmisja amatorska z większą mocą i o większym zasięgu odbywa się przecież dopiero przez zdalnie używane przemienniki (lepiej jednak aby w takiej nie w pełni wyjaśnionej sytuacji nie były to przemienniki znajdujące się w kraju pobytu).
Dla komputerowego dostępu do „Echolinku" sprawę można rozstrzygnąć jednoznacznie pozytywnie, a w tym przypadku rozstrzygnięcie może zahaczać co najwyżej o szarą strefę niejasności w przepisach. Rozwój techniki będzie zresztą zawsze powodował powstawanie coraz to nowych niejasności prawnych, które mogą być usuwane dopiero po pewnym czasie opóźnienia prawodawczego.
Punkt dostępowy DV4AMBE dodatkowo do funkcjonalności „DV4mini" posiada wbudowany wokoder AMBE i pozwala dzięki temu na używanie w łącznościach przez wszystkie sieci amatorskie mikrofonu i głośnika komputera tak samo jak przy komputerowym dostępie do „Echolinku". Korzystanie z niego w dowolnym miejscu na świecie pod warunkiem posiadania wogóle licencji, ale bez licencji lokalnej nie powinno budzić żadnych wątpliwości.
Używanie mikroprzemienników powinno zasadniczo sprowadzać się do działania uzupełniającego istniejące sieci radiowe, a nie do ich zastępowania. W sytuacjach kiedy publiczne przemienniki są dostępne i nie występują żadne przeszkody prawne (jak dyskutowany powyżej brak odpowiedniej licencji za granicą) warto korzystać z nich w pierwszym rzędzie uciekając się do rozwiązań pomocniczych tylko w przypadkach szczególnych, takich jak na przykład aktualne obciążenie przemiennika albo chęć dłuższego nasłuchiwania rozmów prowadzonych w innym kraju i w obcym języku, co mogłoby powodować jakieś zadrażnienia. Autor jest zdania, że wszystkie przemienniki powinny być dostępne dla rozmów w dowolnych językach i z dowolnymi krajami, ale już wielogodzinny nasłuch rozmów w obcych językach może utrudniać innym prowadzenie łączności i dlatego lepiej korzystać wtedy z urządzeń prywatnych.
Użytkownicy sieci C4FM nie są na szczęście odcięci od pozostałych sieci cyfrowej transmisji głosu. W chwili powstawania obecnego skryptu ogólnopolska grupa („POLAND") w sieci WIRES-X jest połączona z grupą rozmówców TG260042 sieci DMR, grupa DMR-4280 sieci WIRES-X z grupą TG260080 i z reflektorem 4280 sieci DMR, a także z reflektorem DCS002G sieci D-STAR, natomiast grupa DMR-260 sieci WIRES-X – z grupą TG260 sieci DMR. Nie są to jedyne połączenia skrośne, ale na początek wystarczy znajomość tych kilku najważniejszych. W połączeniach skrośnych radiostacja C4FM powinna być nastawiona na tryb DN. Nie funkcjonują one ani w trybie VW, ani przy transmisji analogowej.

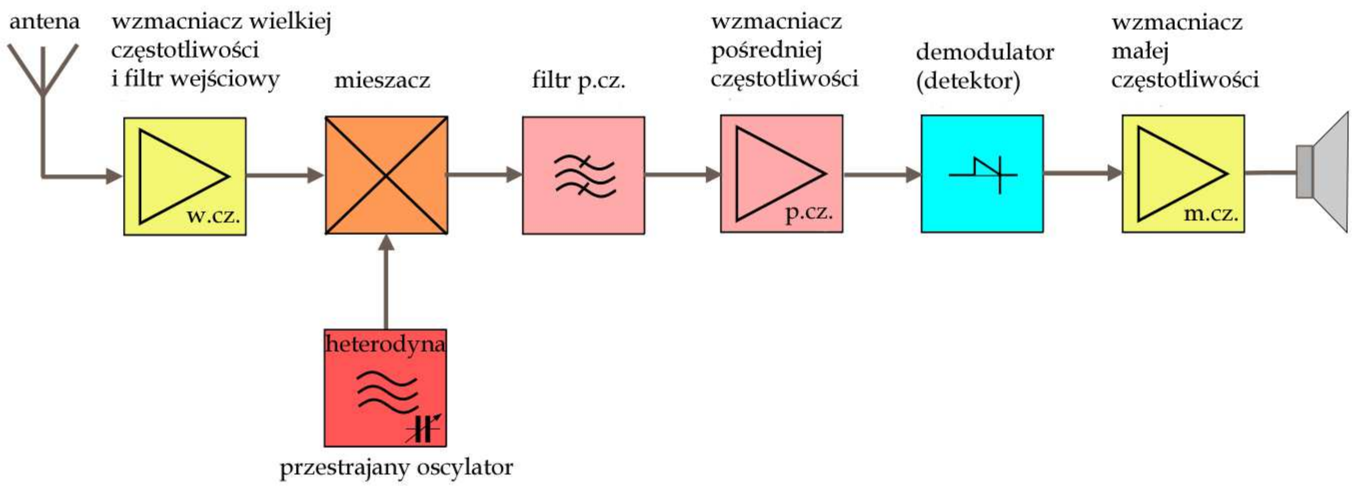


Rys. 14.7. Mapa przemienników C4FM w Polsce w marcu 2017 r. (źródło [14.1])

15. Preselektor na fale krótkie

Współczesne odbiorniki krótkofalowe są wyposażone w szerokopasmowe filtry na wejściu co oznacza, że są one bardziej podatne na przesterowania i modulację skrośną aniżeli dawniejsze rozwiązania posiadające współbieżnie strojone obwody wejściowe. W wielu sytuacjach pomocny może okazać się dodatkowy strojony filtr – preselektor.

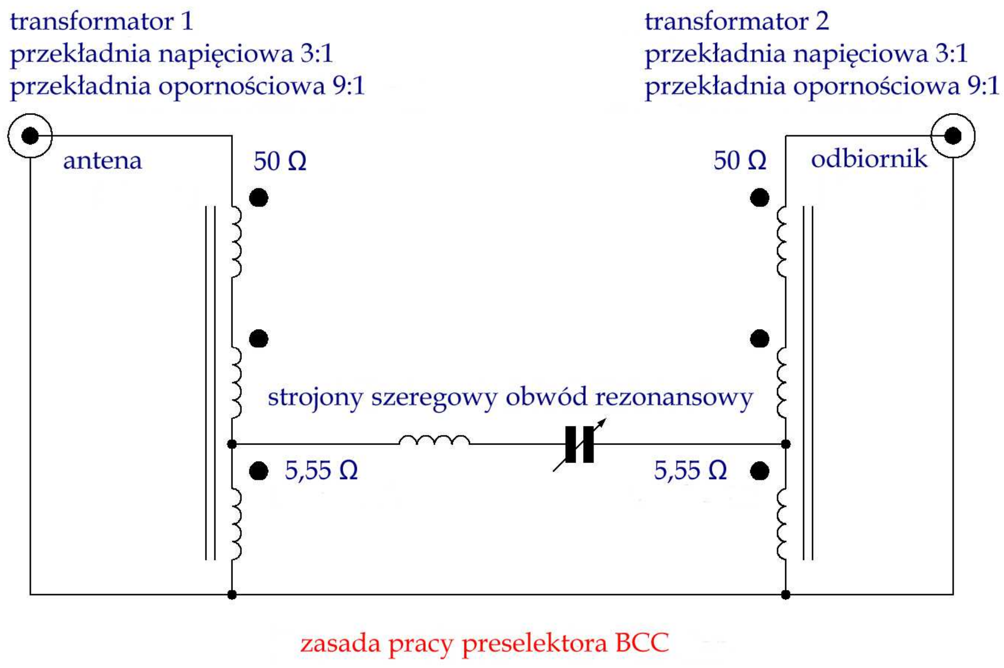
Najprostszy schemat blokowy odbiornika superheterodynowego przedstawia rys. 15.1. Odbierany sygnał stacji amatorskiej lub innej podlega w mieszaczu przemianie na częstotliwość pośrednią. Selekcję i wzmocnienie wybranego sygnału zapewnia wzmacniacz częstotliwości pośredniej (p.cz.), po którym następuje demodulacja – dla SSB w detektorze iloczynowym (ang. *product detector*) – i wzmocnienie sygnału małej częstotliwości (m.cz.). Obecnie produkowane odbiorniki radiostacji amatorskich pracują z podwójną lub nawet potrójną przemianą częstotliwości, ale dla objaśnienia zasady i dla dalszych rozważań wystarczy ograniczyć się do układu z pojedynczą przemianą.



Rys. 15.1. Schemat blokowy odbiornika superheterodynowego

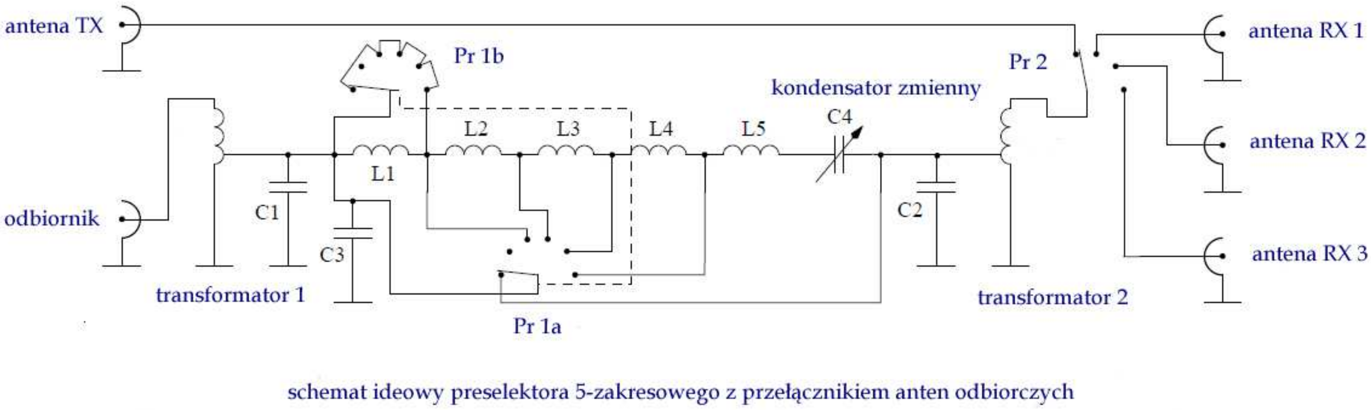
Częstotliwość pośrednia odbiornika ma stałą wartość, a więc dla dostrojenia go do każdej stacji konieczne jest przestrajanie oscylatora. Prześledźmy to na przykładzie:
– zakładamy, że częstotliwość pośrednia fp przykładowego odbiornika wynosi 68,0 MHz (dla uproszczenia przyjmujemy równą wartość, w rzeczywistości są to w obecnych konstrukcjach wartości zbliżone),
– zakładamy, że odbiornik jest dostrojony do stacji pracującej w paśmie 40 na częstotliwości f1 równej 7100 kHz (7,1 MHz),
– przemiana na częstotliwość pośrednią wymaga zmieszania go z sygnałem heterodyny (oscylatora) o częstotliwości fosc 75,1 MHz, aby w wyniku odejmowania fosc – f1 otrzymać fp:
75,1 – 7,1 = 68,0 MHz,
– częstotliwość pośrednią 68,0 MHz można wprawdzie otrzymać w wyniku sumowania f1 = 7,1 MHz i fosc1 = 60,9 MHz ale jest to wariant mniej praktyczny i z tego powodu nie stosowany,
– zauważmy jednak, że dla częstotliwości oscylatora 75,1 MHz możliwy jest również odbiór sygnału f2 o częstotliwości 68,0 + 75,1 MHz = 143,1 MHz, jest to tzw. sygnał lustrzany, którego odbiór jest niepożądany i powodowałby zakłócenia,
– dla pokrycia zakresu fal krótkich 3,0 do 30,0 MHz heterodyna musi być przestrajana w zakresie 71,0 do 98,0 MHz, co dawałoby zakres odbioru lustrzanego 139,0 – 166,0 MHz,
– odbiór lustrzany łatwo wyeliminować włączając na wejście odbiornika filtr dolnoprzepustowy (FDP) o częstotliwości granicznej 30 MHz, a więc pozwalający na odbiór jedynie pożądanego zakresu,
– nie jest to jednak rozwiązanie wystarczająco dobre ponieważ filtr taki przepuszczałby sygnały silnych stacji radiofonicznych nadających na falach krótkich (jest ich wprawdzie coraz mniej ale jednak są)

i poniżej, stacji amatorskich i innych służb; ich sumaryczne napięcie wystarczyłoby do przesterowania odbiornika i w wyniku zmieszania się ich wszystkich ze sobą – do powstania silnych zakłóceń mogących utrudnić albo nawet uniemożliwić odbiór pożądanych stacji,
– pewną poprawę sytuacji daje zastosowanie na wejściu odbiornika dodatkowo do filtru dolnoprzepustowego albo zamiast niego przełączanych filtrów dla poszczególnych podzakresów; są to często filtry oktawowe czyli pokrywające zakres o szerokości oktawy – ich górna częstotliwość graniczna jest dwa razy wyższa od dolnej; przykładowo odbiornik KF mógłby być wyposażony w zespół filtrów pokrywających podzakresy 2 – 4 MHz, 4 – 8 MHz, 8 – 16 MHz i 16 – 32 MHz; może to być zresztą zestaw filtrów o inaczej dobranych podzakresach,
– w paśmie przepuszczania filtru 4 – 8 MHz oprócz pasma amatorskiego 40 m znajdują się także dwa pasma radiofoniczne 49 i 41 m; sygnały pracujących w nich stacji radiofonicznych mogą powodować zakłócenia intermodulacyjne dostecznie silne aby poważnie nabruździć,
– poziom składowych intermodulacyjnych maleje szybko w miarę obniżania napięcia w.cz. na wejściu odbiornika, dlatego też włączenie tłumika może dać znaczącą lub nawet całkowitą poprawę sytuacji; czułość współczesnych odbiorników krótkofalowych jest na tyle duża i przekraczająca rzeczywiste potrzeby, że w większości sytuacji można bez obaw posłużyć się tłumikiem,
– pozostają jednak sytuacje szczególne kiedy w niedalekiej odległości pracują inne stacje nie tylko amatorskie, być może nawet nie w tym samym paśmie, a w jednym z sąsiednich pokrywanych przez ten sam filtr,
– sytuacje takie mogą występować w trakcie zawodów, wypraw plenerowych, w przypadku lokalizacji stacji w pobliżu radiowych ośrodków nadawczych itp.
Najskuteczniejszą pomoc w takich warunkach daje selektywny, przestrajany filtr wejściowy przepuszczający możliwie wąskie pasmo wokół częstotliwości pracy. Niestety wyposażenie odbiorników w taki filtr przestrajany automatycznie chociaż technicznie możliwe jest dosyć trudne i kosztowne, i dlatego też nie pozostaje nic innego jak dodanie filtru przestrajanego ręcznie. Z faktu, że jest on włączany na samym początku toru odbiorczego wzięła się jego nazwa – preselektor.
Istnieje wiele mniej lub bardziej skomplikowanych rozwiązań, ale jednym z ciekawszych jest filtr opracowany przez Bawarski Klub Miłośników Zawodów (*Bayerischer Contest Club – BCC*) w oparciu o koncept DL7AV. W odróżnieniu od najczęściej spotykanych rozwiązań zawierających jeden lub lub więcej obwodów równoległych filtr ten zawiera obwód szeregowy. Zasadę pracy filtru przedstawia rys. 15.2.



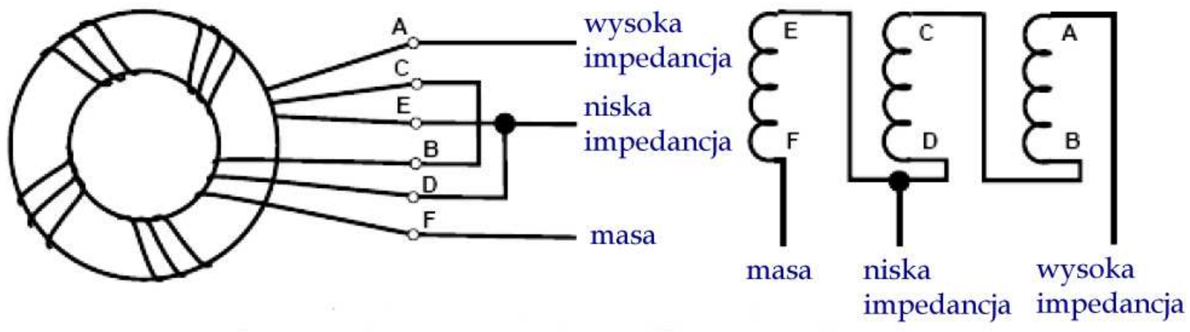
Rys. 15.2. Zasada pracy preselektora BCC

Zastosowanie możliwych do praktycznego przyjęcia wartości indukcyjności i pojemności w układzie szeregowym wymaga, aby filtr pracował w obwodzie o niskiej impedancji, dlatego też na wejściu i wyjściu zastosowano transformatory, a właściwie autotransformatory o przekładni oporowej 9:1 (napięciowej 3:1) transformujące typową dla obwodów antenowych oporność 50 Ω na 5,55 Ω. Pomiędzy odczepami autotransformatorów włączony jest strojony obwód rezonansowy złożony z kondensatora strojeniowego i cewki. Dla pokrycia pełnego zakresu fal krótkich nie jest to pojedyńcza cewka, a szeregowe połączenie kilku z nich. Poszczególne sekcje są zwierane za pomocą przełącznika zakresów.
W praktycznie wykonanym układzie zarówno cewki obwodu rezonansowego jak i autotransformatory są nawinięte na rdzeniach pierścieniowych firmy Amidon, a jako kondensator strojeniowy służy zwykły kondensator obrotowyy od odbiornika radiowego.
Zastosowane w filtrze elementy nie są przystosowane do przenoszenia większych mocy dlatego też filtr ten powinien być włączany w obwód antenowy jedynie na czas odbioru i bocznikowany na czas nadawania za pomocą przekaźników. Sytuacja upraszcza się w przypadku stosowania oddzielnych anten dla nadawania i odbioru, gdyż filtr pozostaje na stałe włączony w doprowadzenie anteny odbiorczej, a przełączania anten dokonuje się w radiostacji.

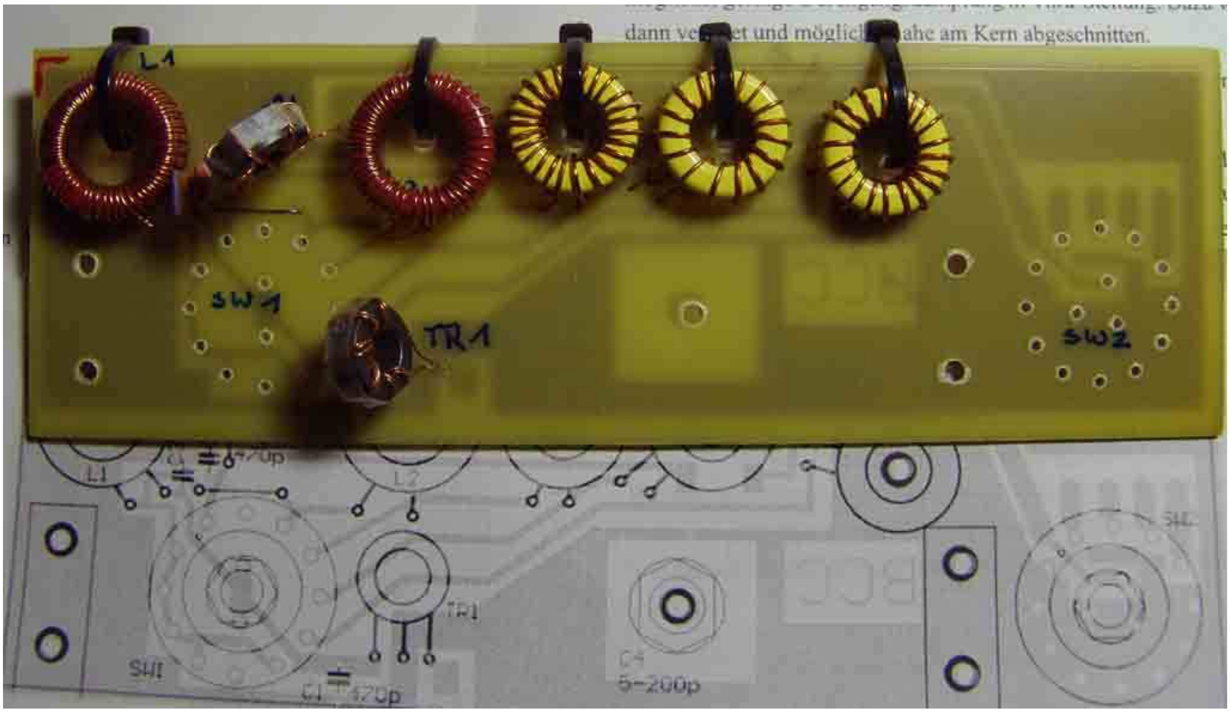


Rys. 15.3. Schemat ideowy filtru

Schemat ideowy filtru przedstawiono na rys. 15.3. Układ zawiera dwusekcyjny przełącznik zakresów. W pierwszej pozycji filtr jest bocznikowany, a wejście odbiornika jest bezpośrednio połączone z anteną. W pozycji drugiej w szereg z kondensatorem włączone są wszystkie indukcyjności, a więc filtr pokrywa najniższy zakres częstotliwości. W pozostałych pozycjach, dla kolejnych wyższych podzakresów zwierane są kolejne cewki. Dodatkowo jedna sekcja przełącznika zwiera cewkę L1 o największej indukcyjności dla uniknięcia ewentualnych rezonansów pasożytniczych. Spis części układu podano w tabeli 15.1. Cewki nawinięte są jednowarstwowo na podanych w niej rdzeniach proszkowych, tak aby zwoje były rozmieszczone równomiernie, a pomiędzy ich początkami i końcami pozostawała wolna część rdzenia o kącie około 30 stopni. Przewód powinien być mocno naciągnięty na rdzeniu. Każde przejście przewodu przez otwór rdzenia liczy się jako jeden zwój, ale dla ułatwienia w tabeli podano także długości przewodu z uwzględnieniem końcówek po 2 cm.
Transformatory są nawinięte tryfilarnie na rdzeniach ferrytowych FT50-43 (czarnych), a sposób połączenia uzwojeń ilustruje rys. 15.4. Zwoje są ułożone równomiernie na całym obwodzie rdzeni. Kondensator zmienny C4 ma pojemność 15 – 200 pF.
W celu sprawdzenia prawidłowości wykonania transformatorów po ich nawinięciu należy do wyprowadzeń E-F dołączyć opornik bezindukcyjny 5,6 Ω i za pomocą miernika WFS albo analizatora antenowego zmierzyć współczynnik fali stojącej na częstotliwości 7 MHz. Źródło sygnału i miernik są podłączone do wyprowadzeń A-F. Wartość WFS nie przekraczająca 1,5 wskazuje, że transformator jest wykonany prawidłowo. Kondensatory stałe C, C2 i C3 służą do kompensacji charakterystyki częstotliwościowej transformatorów. Zamiast własnoręcznie wykonanych transformatorów można użyć także transformatorów firmy *Minicircuirts* typu T-622.

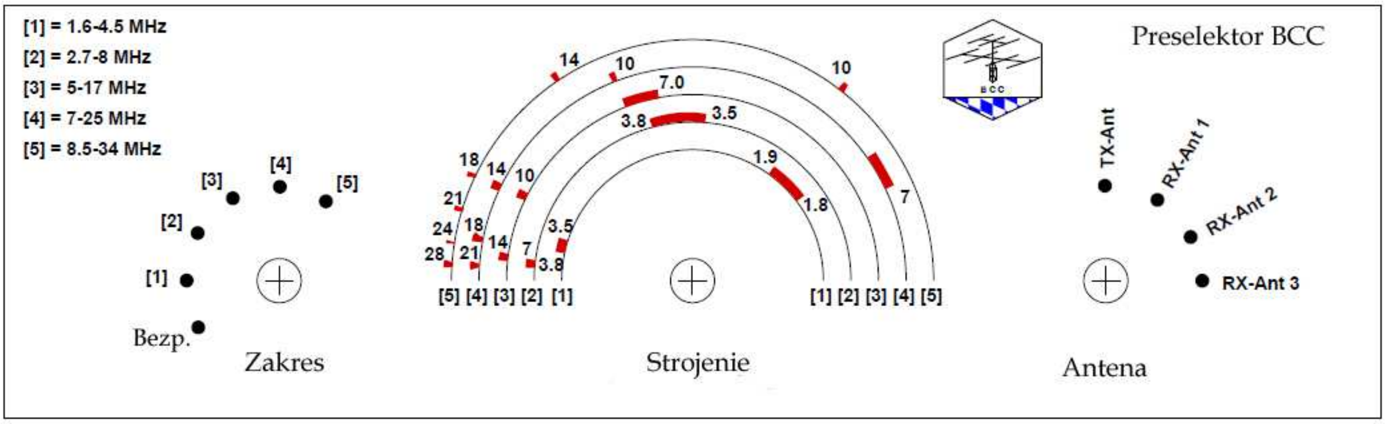


Rys. 15.4. Nawinięcie i połączenie uzwojeń transformatorów



Rys. 15.5. Przykładowa konstrukcja filtru na płytce drukowanej

W rozwiązaniu oryginalnym przewidziano możliwość wyboru trzech anten odbiorczych i anteny nadawczej. Zależnie od konkretnych potrzeb i sytuacji można zrezygnować z przełączania całkowicie (gniazdo anteny połączyć bezpośrednio z wyprowadzeniem transformatora) lub ograniczyć liczbę gniazd antenowych. Również w zależności od potrzeb można ograniczyć liczbę przełączanych zakresów – poprzestając przykładowo na pasmach 40 i 80 m.
W wykonaniu przedstawionym na schemacie preselektor obejmuje pięc podzakresów: 1,6 – 4,5 MHz, 2,7 – 8 MHz, 5 – 17 MHz, 7 – 25 MHz i 8,5 – 34 MHz. Jak wynika z tego zestawienia niektóre pasma amatorskie znajdują się w obrębie dwóch podzakresów. Tłumienie w wyższym z nich jest wprawdzie trochę mniejsze, ale różnice mogą być w praktyce niezauważalne. Mniejszą szerokość pasma czyli większą selektywność osiąga się natomiast w niższym z wchodzących w grę podzakresów.
Ze względu na różnorodność dostępnych kondensatorów i przełączników zrezygnowano z przytaczania rysunku płytki drukowanej. Całość powinna być wbudowana do platikowej obudowy o pasujących rozmiarach.
Opisany preselektor stanowi dobre uzupełnienie także dla odbiorników własnej konstrukcji.



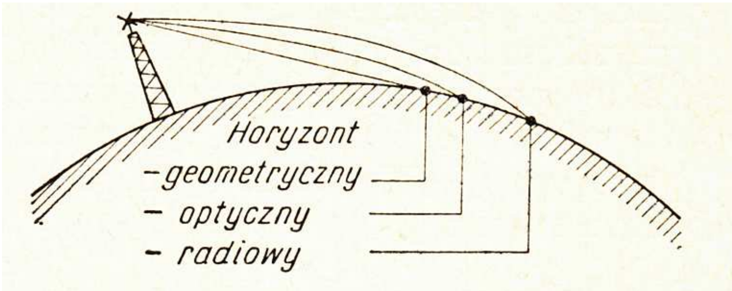
Rys. 15.6. Przykład wykonania skali

Tabela 15.1. Spis części

Element	Rdzeń	Liczba zwojów	Indukcyjność [µH]	Średnica przewodu	Długość potrzebnego przewodu
L1	T80-2 (czerwony)	67	20	0,35 mm	1470 mm
L2	T80-2 (czerwony)	45	13	0,5 mm	1010 mm
L3	T68-6 (żółty)	21	2,1	0,63 mm	480 mm
L4	T68-6 (żółty)	14	1,3	0,63 mm	340 mm
L5	T68-6 (żółty)	17	1,5	0,63 mm	400 mm
Tr 1, Tr 2	FT50-43 (czarny)	3 x 4		0,63	140 mm
Pr 1	obrotowy przełącznik zakresów, dwusekcyjny 2 x 6 kontaktów				
Pr 2	obrotowy przełącznik anten, jednosekcyjny 1 x 4 kontakty				
C1, C2	470 pF, ceramiczny				
C3	330 pF, ceramiczny				
C4	200 pF, obrotowy, foliowy				

16. Propagacja fal ultrakrótkich

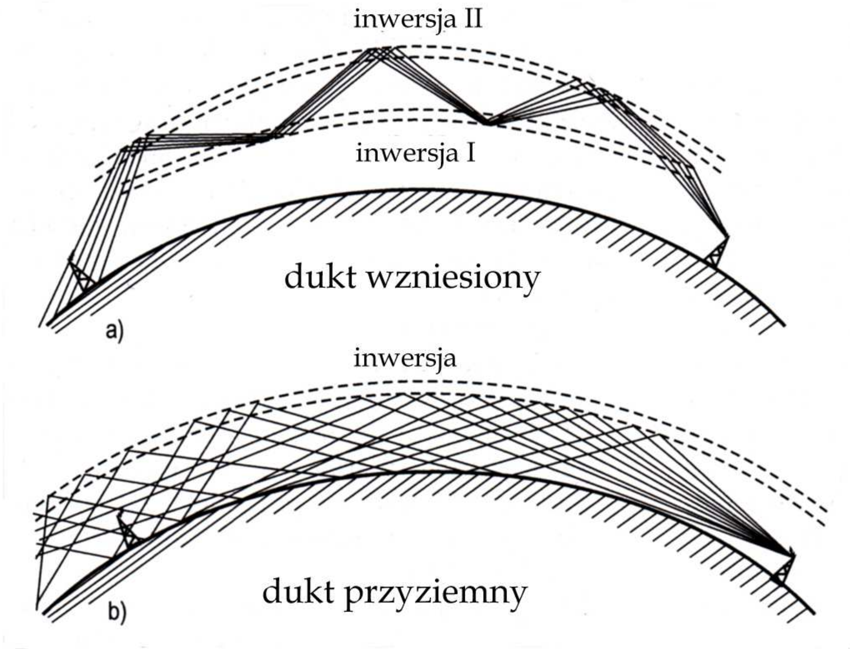
W pierwszym przybliżeniu przyjmuje się, że fale ultrakrótkie rozchodzą się prostoliniowo. W rzeczywistości w otoczeniu ziemskim sprawa jest bardziej skomplikowana, a założenie prostoliniowości jest słuszne w łącznościach kosmicznych.
Fale przyziemne zapewniające łączność w tym zakresie rozchodzą się na granicy dwóch środowisk – ziemi i troposfery, a więc oba te środowiska wywierają wpływ na ich propagację. Wpływ troposfery rośnie przy tym wraz ze wzrostem częstotliwości fali. Jest on też większy w przypadku gdy anteny są umieszczone ponad powierzchnią ziemi (co w zakresie UKF można praktycznie zawsze uznać za spełnione) i dotyczy przede wszystkim składowej bezpośredniej fali – składowej docierającej do anteny odbiorczej bezpośrednio bez odbicia od powierzchni ziemi. Oprócz fali bezpośredniej do anteny odbiorczej mogą docierać jednak także fale odbite od powierzchni ziemi i znajdujących się na niej obiektów – zabudowań, ukształtowania i pokrycia terenu itp. Fale te interferują ze sobą, co może powodować utrudnienia w prowadzeniu łączności. Na krawędziach większych (w stosunku do długości fali) obiektów dochodzi dodatkowo do ugięcia (dyfrakcji) fali dzięki czemu odbiór możliwy jest również w strefie, która na pierwszy rzut oka wydawałaby się zacieniona.



Rys. 16.1. Horyzont geometryczny, optyczny i radiowy

Odziaływanie troposfery przejawia się w zakrzywieniu drogi fali wskutek refrakcji w taki sposób, że bezpośredni zasięg ulega zwiększeniu – fala radiowa dociera do punktów odbiorczych położonych poza horyzontem. W tym momencie ważne staje się wyjaśnienie pojęcia horyzontu. Rozróżnia się horyzont geometryczny, optyczny oraz radiowy. Horyzont geometryczny jest miejscem geometrycznym (czyli zbiorem) punktów, w których do powierzchni ziemi docierają proste poprowadzone z punktu położonego ponad powierzchnią ziemi i przebiegające stycznie do ziemi. Promienie świetlne podobnie jak fale radiowe ulegają niewielkiej refrakcji w atmosferze ziemskiej. Horyzont optyczny jest więc przesunięty nieco poza horyzont geometryczny. Ze względu na niewielką różnicę oba horyzonty bywają potocznie określane wspólną nazwą – zasięgu optycznego. Fale radiowe są silniej uginane dlatego też w przybliżeniu jako horyzont radiowy na falach ultrakrótkich można przyjąć 1,15 zasięgu optycznego. W związku z tym, że współczynnik refrakcji (ugięcia) w atmosferze zależy od warunków meteorologicznych – temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza – zasięg radiowy ulega ciągłym wahaniom i to w dość szerokich granicach. Warto też zauważyć tutaj, że współczynnik refrakcji jest ściśle powiązany z przenikalnością dielektryczną powietrza. Oczywiście zmienia się on także wraz z wysokością.
Odległość horyzontu od obserwatora lub anteny nadawczej zależy od ich wysokości nad powierzchnią ziemi, dlatego też dla zwiększenia zasięgu korzystnie jest umieścić anteny możliwie jak najwyżej.
Zjawiskiem rzadziej występującym ale zapewniającym znacznie większe zasięgi jest rozchodzenie się fal w duktach troposferycznych. Dukty te są swego rodzaju kanały falowodowe powstające wówczas, gdy tworzy się odpowiedni układ warstw atmosferycznych o różnych temperaturach i wilgotnościach. Współczynnik zmienia się wówczas z wysokością w sposób dający przedłużenie zasięgu fali. Rozróżniane są dwa typy duktów: dukty przyziemne i dukty wzniesione.
Dukty przyziemne występują na wysokościach rzędu setek metrów lub poniżej. Tworzy się on na przykład w takich warunkach gdy ciepłe i suche powietrze napływa z lądu nad obszar chłodnej wody. Powstaje w ten sposób inwersja temperatury – sytuacja gdy temperatura w troposferze nie maleje w funkcji wysokości, a na pewnych wysokościach wzrasta. Powoduje to nagły wzrost współczynnika refrakcji i załamanie się w kierunku ziemi fal promieniowanych ukośnie w górę. Zjawisko to nosi

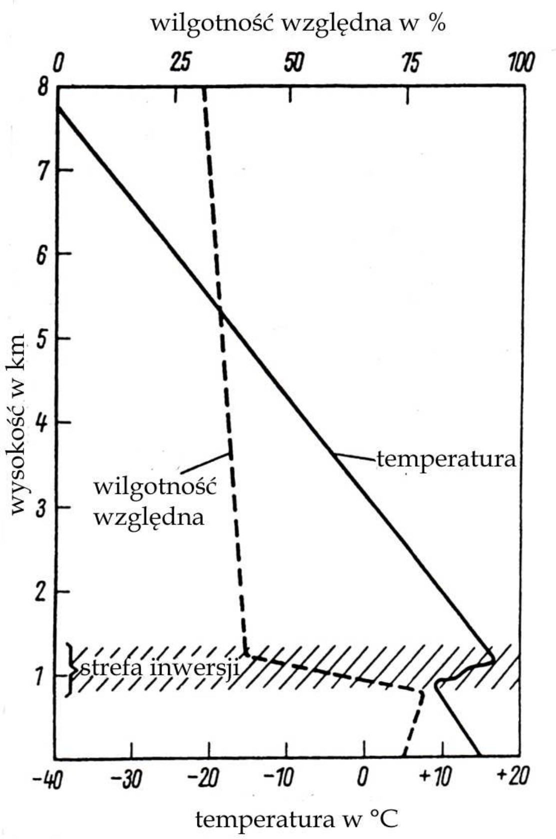
również nazwę superrefrakcji. Dukty przyziemne powstają również w wyniku oziębienia powierzchni ziemi w nocy, a zwłaszcza w pogodne noce.



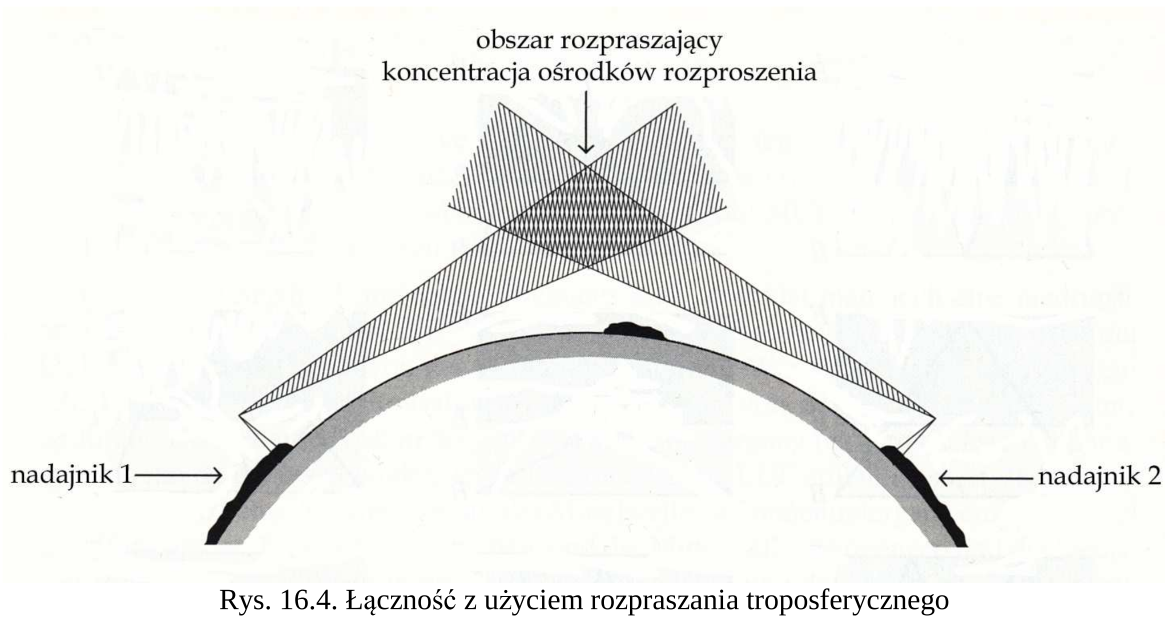
Rys. 16.2. Dukty troposferyczne: wzniesiony i przyziemny

W tak powstałym dukcie następuje wielokrotne odbicie fali od granicy warstw i od powierzchni ziemi dzięki czemu uzyskiwane zasięgi przekraczają wielokrotnie odległość horyzontu radiowego.
Dukt wzniesiony tworzy się naogół wtedy, gdy następuje przemieszczanie się w dół mas powietrza połączone z równoczesnym przesuwaniem się powietrza w wyższych warstwach troposfery. Górna warstwa jest bardziej wilgotna niż dolna i dodatkowo zachodzi tu także inwersja temperatury. W dukcie wzniesionym odbicia następują nie tylko na górnej granicy warstw ale również i na dolnej. Dukty wzniesione tworzą się niekiedy na wysokościach rzędu kilku km. Uzyskiwane w ten sposób zasięgi przekraczają często 1000 km.
Trzecim z mechanizmów jest tzw. rozproszenie troposferyczne – wielokierunkowe odbicie fal od ośrodków o właściwościach fizycznych różnych od otaczającej je troposfery. Mogą to być ośrodki występowania turbulencji albo miejsca o lokalnie różniących się współczynnikach refrakcji. Typową wysokością występowania tego rodzaju „reflektorów” w naszych szerokościach geograficznych jest około 10–11 km co zapewnia zasięgi rzędu 700–800 km.
Do zjawisk sporadycznych ale odgrywających mimo to znaczacą rolę w łącznościach amatorskich należą odbicia od sporadycznej warstwy Es i od zjonizowanych smug meteorytów. Do odbić od warstwy Es dochodzi w pierwszym rzędzie w niższych pasmach UKF czyli głównie w pasmach 6 i 4 m, a czasem także w paśmie 2 m (statystycznie około 4 razy rzadziej). Sama warstwa występuje głównie w miesiącach letnich a najlepszą porą dnia jest popołudnie około godz. 16–18. O występowaniu warstwy Es można przekonać się obserwując amatorskie radiolatarnie w pasmach 6 i 2 m albo dalekosiężny odbiór radiowy w paśmie UKF.
Smugi czyli kolumny zjonizowane przez meteoryty powstają zazwyczaj na wysokości około 80 do 120 km, ich długość dochodzi średnio do około 25 km a średnice początkowe wynoszą około 1 m. Na skutek wichrów jonosferycznych i turbulencji proste początkowo smugi przybierają po pewnym czasie kształt serpentyny. Do atmosfery ziemskiej wpada codziennie duża liczba meteorytów ale największe ich ilości docierają w terminach przecinania przez Ziemię orbit ich rojów.
Odbicia od smug meteorytów występują również najczęściej w paśmie 6 m ale możliwe są też łączności w pasmach 2 m i 70 cm. O ile dawniej dominowała w nich telegrafia nadawana z dużymi szybkościami o tyle obecnie przeważają emisje z grupy WSJT.
Odbicia od zjonizowanych kolumn zorzowych mają znaczenie dla stacji położonych w rejonach na północ od Polski dlatego też rezygnujemy ze szczegółowego omawiania tego tematu.

W odróżnieniu od fal krótkich, gdzie jako łączności DX-owe liczą się przeważnie łączności między-kontynentalne o tyle w paśmie 2 m za DX-y uważa się łączności na dystansach przekraczających 500 km, a w paśmie 70 cm – na dystansach przekraczających 300 km. Informacje o bieżących warunkach propagacji i czynnych radiolatarniach można znaleźć w Internecie m.in. pod adresami [16.6], [16.7] i [16.8].



Rys. 16.3. Powstawanie warstwy inwersyjnej

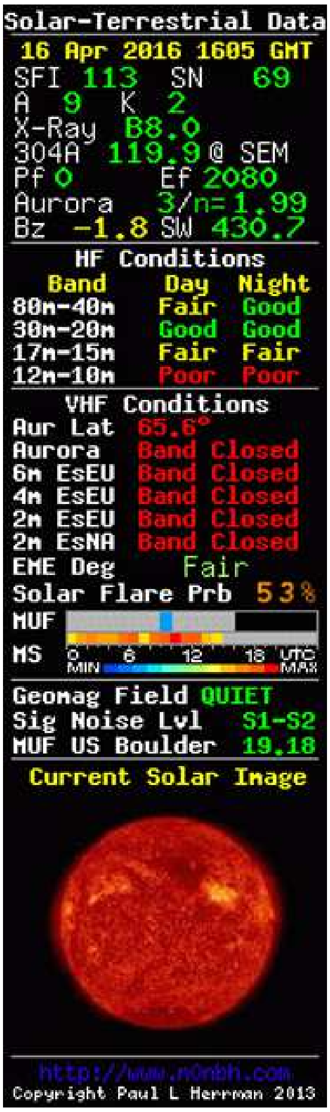


Rys. 16.4. Łączność z użyciem rozpraszania troposferycznego

17. Prognozy propagacji

We wcześniejszych rozdziałach omówiliśmy najważniejsze zjawiska związane z propagacją fal krótkich i ultrakrótkich. W warunkach domowych trudno jednak dokładniej ocenić rzeczywisty stan jonosfery i ogólnie naszego otoczenia. Dużą pomocą, oprócz obserwacji sytuacji panującej na pasmach i odbioru komunikatów stacji „DXCluster" są publikowane w literaturze i w internecie prognozy propagacji. Bardziej wyczerpujące z nich zawierają szereg parametrów, których znaczenie warto poznać dokładniej.

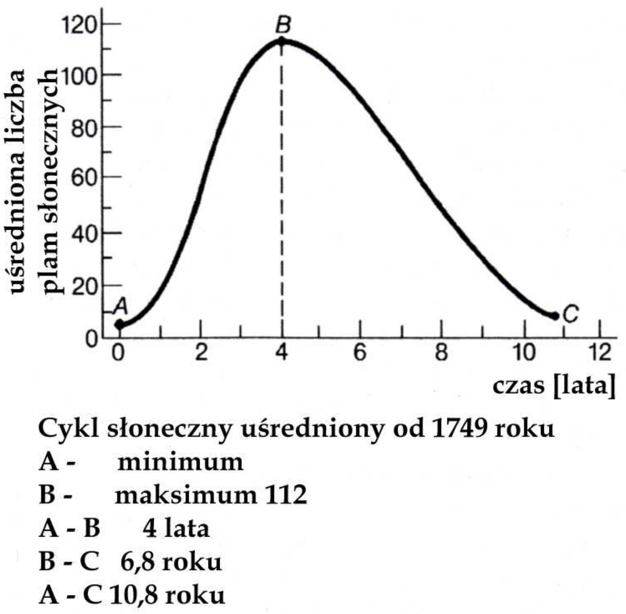
Do bardzo często spotykanych prognoz propagacyjnych należy prognoza przedstawiona na ilustracji 17.1. Jest ona dostępna m.in. w internetowej witrynie Świata Radio [17.1] jako jeden ze wzorów udostępnionych do wyboru w witrynie [17.2], w której podano także sposoby wykorzystania ich na własnych stronach (kody źródłowe html).



Rys. 17.1. Popularne w witrynach o tematyce krótkofalarskiej okienko zawierające informacje o bieżących warunkach propagacji i prognozę na najbliższy czas

Z punktu widzenia użytkownika (czytelnika) strony ważniejsze jest jednak należyte zrozumienie znajdujących się tam danych i ich powiązania z warunkami propagacji w wybranych zakresach fal.
Zacznijmy od stosunkowo najbardziej oczywistych danych. W drugim polu od góry zatytułowanym „HF Conditions" („Warunki poropagacji KF") wymienione są cztery grupy pasm krótkofalowych i dla każdej z nich podana jest orientacyjna prognoza warunków propagacji dziennej („Day") i nocnej („Night"). Prognoza zaznaczona dodatkowo kolorami znanymi z sygnalizacji ulicznej zawiera jedno z trzech określeń: „Poor" („Złe warunki"), „Fair" („Przeciętne") i „Good" („Dobre").
W polu trzecim od góry zatytułowanym „VHF Conditions" („Warunki propagacji UKF") podana jest szerokość geograficzna występowania zorzy polarnej, sam fakt jej wystąpienia, a następnie informacje o występowaniu odbić od warstwy sporadycznej Es w pasmach 2 – 6 m. W przykładzie pochodzącym z połowy kwietnia odbić tych jeszcze brak.
W polach znajdujących się powyżej i poniżej wymienionych wyświetlane są różne parametry liczbowe, których znaczeniu warto poświęcić trochę uwagi.
Jak wiadomo z poprzednich odcinków zdolność jonosfery do odbijania fal krótkich zależy od jej naświetlenia przez Słońce, a to ostatnie związane jest nie tylko z tak oczywistymi czynnikami jak pora dnia czy roku ale w istotnym stopniu – z aktywnością słoneczną. Jej widocznym i dającym się łatwo ująć liczbowo objawem są plamy słoneczne. Są one rozmieszczone nieregularnie na powierzchni Słońca, w trakcie zachodzących tam procesów część z nich zanika i pojawiają się nowe, zmianom ulega zarówno położenie ich większych skupisk w stosunku do równika słonecznego jak i ich pozorna długość geograficzna w wyniku obrotu Słońca wokół własnej osi. Niezależnie od tych bieżących fluktuacji ich uśredniona (w krótszym lub dłuższym okresie czasu) liczba ulega cyklicznym zmianom w takt 11-letnich i dłuższych cykli aktywności Słońca.
Początkowo liczba zaobserwowanych plam była wyrażana tzw. liczbą Wolfa obliczaną ze wzoru: $W = k (f + 10g)$, gdzie f oznaczało liczbę zaobserwowanych plam, g – liczbę ich grup, przy czym pojedyńcza plama liczy się również jako grupa, a k – współczynnik zależny od zdolności rozdzielczej teleskopu używanego do obserwacji. Obecnie jako współczynnik k przyjmuje się średnio 0,9, a obliczana w ten sposób liczba plam nazywana jest względną liczbą plam słonecznych i jest oznaczana symbolem R lub Ri. W prognozach internetowych jest też oznaczana skrótem SN (ang. *sunspot number*).
W okresie słabych maksimów przyjmuje ona wartości 60 – 70, dla bardzo silnych przekracza 200,

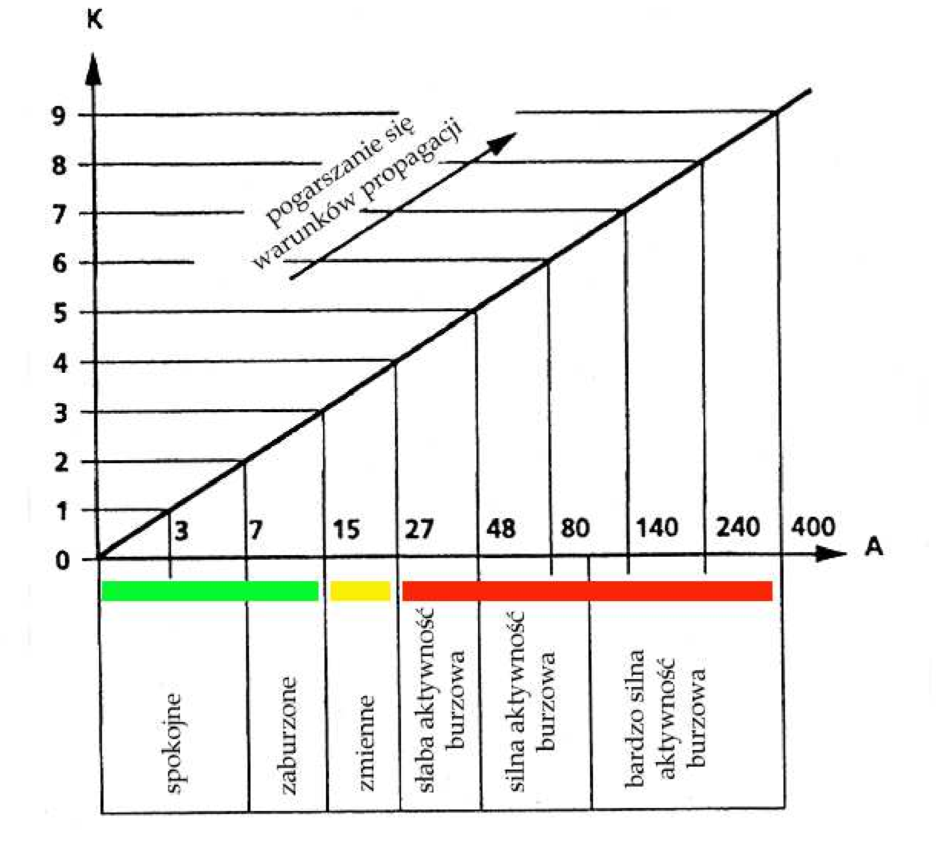
a w trakcie przeciętnych maksimów leży ona pomiędzy 100 a 200. Współczesna numeracja cykli rozpoczyna się od końca tzw. minimum Maundera – od roku 1749 kiedy zakończył się trwający około 70 lat okres zupełnego braku plam słonecznych i ochłodzenia zwanego małą epoką lodowcową. Obecnie znajdujemy się w schyłkowej fazie 24 cyklu rozpoczętego w styczniu 2008 roku i mającego maksimum w lutym 2014 r. Dla R 102 maksimum to zalicza się do słabych.



Rys. 17.2. Przeciętny przebieg cyklu słonecznego

Większa aktywność Słońca pozwala na (dłuższe) korzystanie z wyższych pasm krótkofalowych, obecnie więc musimy pogodzić się z pogarszającymi się średnio warunkami propagacji w górnej części zakresu KF. Jako początek nowego cyklu przyjęto minimum liczby plam czyli aktywności słonecznej. Względna liczba plam słonecznych w okresie minimum wynosi średnio 5 – 20 chociaż zdarzają się też przypadki zupełnego braku plam. Początek cyklu 25 jest przewidywany na lata 2019–2020 i według obecnych prognoz ma to być cykl słaby.
Drugim, nowszym i bardziej obiektywnym wskaźnikiem aktywności słonecznej jest strumień słoneczny (SF). Słońce jest najsilniejszym z bliskich Ziemi źródeł promieniowania radiowego, a jego natężenie jest powiązane z aktywnością słoneczną i liczbą plam. Strumień promieniowania elektromagnetycznego jest standardowo mierzony na częstotliwości 2,8 GHz (na fali 10,7 cm). Jego natężenie wyrażane w jednostkach 10^{-22} W/m^2/Hz jest powiązane ze względną liczbą plam słonecznych przybliżonym wzorem SF = 73,4 + 0,62 R. Dokładniejsze wzory można wprawdzie bez trudu znaleźć w literaturze ale nie są one w tym momencie niezbędne. Podany wzór odnosi się do średniej odległości Ziemi od Słońca dlatego też odchyłki wartości zmierzonej mogą dochodzić do 10%. W okresach małej aktywności słonecznej natężenie strumienia wynosi około 70 SF (spotykane jest także oznaczenie SFI), w okresach maksimów przekracza 200, ale już wartości około 100 oznaczają możliwość korzystania z wyższych pasm KF. Jak łatwo zauważyć różnica pomiędzy obydwoma wartościami wynosi w przybliżeniu 50.
Zasadniczo wystarczyłoby ograniczenie się do pomiarów i publikacji natężenia strumienia słonecznego ale ze względu na zachowanie ciągłości porównań z okresami poprzednimi dokumentowane są zarówno liczba plam jak i natężenie strumienia słonecznego.
Stan jonosfery i jej zdolności do odbijania fal radiowych zależą także od ziemskiego pola magnetycznego. Ziemię otacza stałe pole magnetyczne o natężeniu od 30 µT na równiku do 60 µT w rejonach podbiegunowych (w Europie środkowej jest to około 48 µT, przy czym składowa pozioma ma w przybliżeniu wartość 20 µT, a pionowa – 44 µT). Pole to nie jest jednak stałe w ścisłym tego słowa znaczeniu ponieważ podlega zmianom chwilowym i okresowym oraz zdarzającym się od czasu do czasu zaburzeniom. Ich główną przyczyną jest docierający do Ziemi strumień cząstek wyrzucanych przez Słońce czyli wiatr słoneczny. Te chwilowe fluktuacje i okresowe zmiany są stosunkowo niewielkie – w okresie spokojnym nie przekraczają ok. 50 nT, a w okresach silnych burz magnetycznych dochodzą do kilkuset nT. Zmienność pola geomagnetycznego opisywana jest za pomocą dwóch powiązanych ze sobą indeksów aktywności: indeksu K i indeksu A. Ich zależności i orientacyjny wpływ na warunki propagacji fal krótkich przedstawia rys. 17.3.
Indeks K jest mierzony za pomocą magnetometrów niezależnie w każdym z obserwatoriów 8 razy na dobę za każdym razem przez trzy godziny. Jego wartość leży w skali logarytmicznej pomiędzy 0 – 9. Wartości poniżej czterech oznaczają pole spokojne, słabo zmienne i zarazem dobre warunki propagacji. Indeksy przekraczające cztery oznaczają słabsze lub silniejsze burze magnetyczne odbijające się negatywnie na warunkach propagacji. Oprócz indeksu K publikowany jest uśredniony w skali światowej

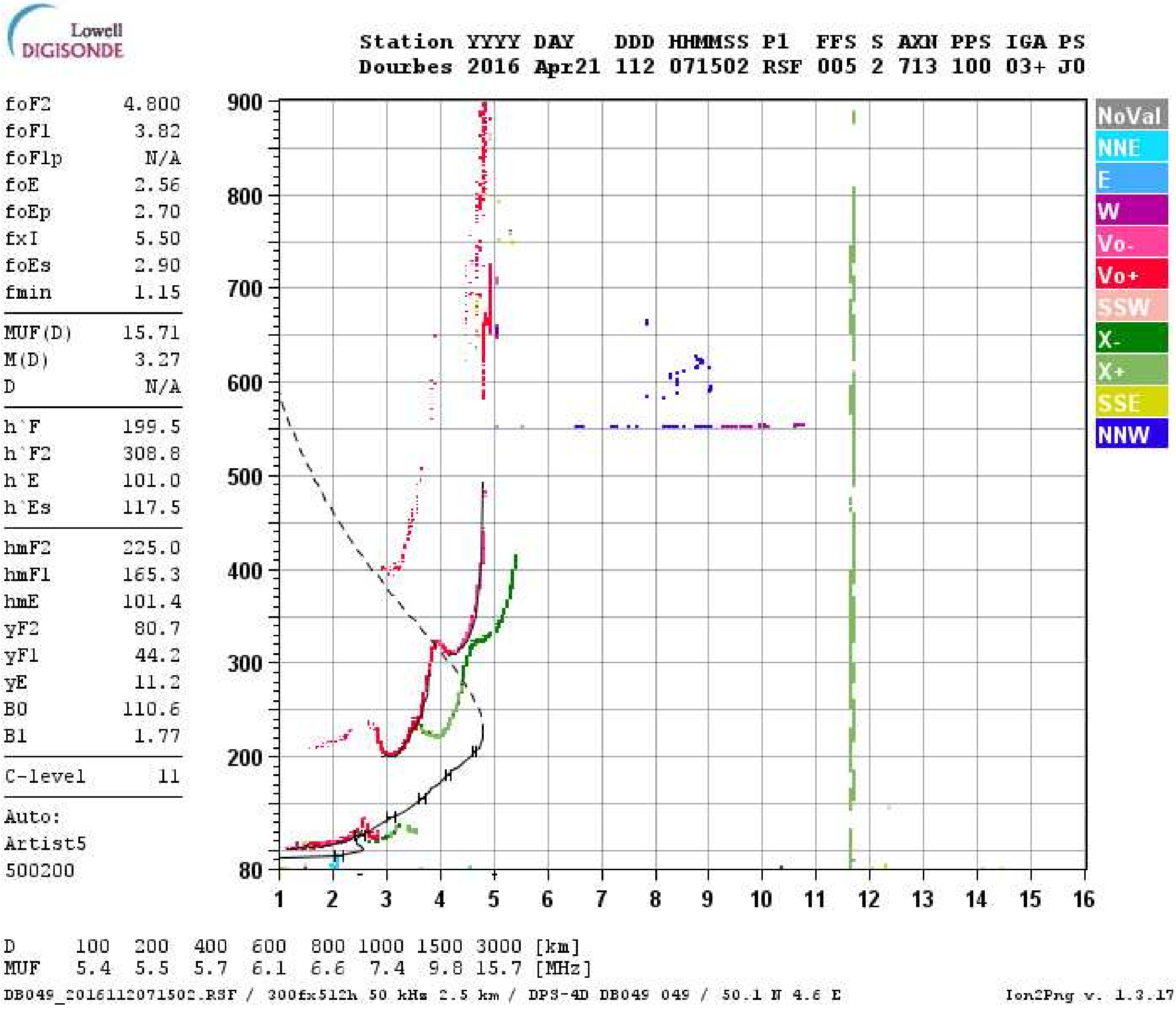
(z wyników pomiarów wszystkich obserwatoriów) indeks Kp. Drugim powiązanym z K indeksem jest liniowy indeks A obliczany dobowo na podstawie wszystkich ośmiu wartości K. Jego skala rozciąga się w praktyce od 0 do 400 ale zasadniczo nie jest ograniczona od góry. Analogicznie jak dla K obliczana jest też światowa średnia oznaczana symbolem Ap. Wartości A poniżej 7 oznaczają pole spokojne co odpowiada bardzo dobrym warunkom propagacji, wartości 8 – 15 oznaczają dobre warunki, przy 30 występują zaniki i przerwy w odbiorze, a począwszy od 50 warunki są złe nawet przy silnym natężeniu strumienia słonecznego. Wysokie wartości A sygnalizują także zjawiska specjalne takie jak występowanie zorzy polarnej albo nieoczekiwanych otwarć pasma 1,8 MHz. Wartości indeksów A i K podane są w prognozie z rys. 1 w drugim wierszu poniżej liczby plam słonecznych i dodatkowo tekstowo w czwartym polu od góry (w przykładzie „Geomag Field QUIET”). Poniżej podana jest wartość MUF (w przykładzie ustalona przez obserwatorium w Boulder) – 19,18 MHz.



Rys. 17.3. Indeksy aktywności geomagnetycznej A i K oraz ich związek z warunkami propagacji fal krótkich

Aktualne wyniki pomiarów – jonogramy, wartości MUF dla poszczególnych warstw i wiele innych oliczonych na tej podstawie parametrów publikują na bieżąco w internecie stacje sieci „Digisonde”. Ich aktywna mapa ułatwiająca dojście do odpowiednich stron znajduje się w internecie pod adresem [17.3]. Dla użytkowników w Polsce najbardziej interesujące są wyniki pomiarów ośrodków znajdujących się w bliskim sąsiedztwie: stacji w Pruhonicach [17.4] i Juliusruh [17.6], ale również dane pochodzące z innych stacji mogą być pomocne w ocenie warunków propagacji. Przykładowy jonogram pochodzący z belgijskiej stacji Dourbes [5] przedstawia ilustracja 4. Jonogramy są mierzone w cyklu 15 minutowym ale strona jest aktualizowana co dwie minuty.
W nagłówku podana jest nazwa stacji (tutaj Dourbes), data (2016 Apr21), dzień roku (112) oraz godzina UTC (071502), a pozostałe dane dotyczące formatu itp. są mniej potrzebne czytelnikom prognozy. Środkową część ilustracji zajmuje sam jonogram przedstawiający wysokość warstwy odbijającej w funkcji częstotliwości. Stacja sondująca pracuje na zasadzie radaru wysyłając cyklicznie w kierunku jonosfery impulcy o zmieniającej się częstotliwości a wysokość warstwy jest obliczana na podstawie odstępu czasu między impulsem nadanym i odebranym. Jonogram fali nadawanej pionowo jest wy-

kreślony kolorem ciemnoczerwonym (dokładniej rzecz biorąc jest to echo fali zwyczajnej), a pozostałe kolory oznaczają echa fal nadanych w innych kierunkach zgodnie ze skalą kolorów znajdującą się po prawej stronie jonogramu i echa fali nadzwyczajnej wykreślane w kolorze zielonym. W dolnej lewej części w zakresie do około 2,5 MHz widoczne są echa odbite od warstwy E, a dalej odpowiednio od warstw F1 (do ok. 3,8 MHz) i F2 (do ok. 4,8 MHz). Oprócz ech głównych powyżej widoczne są także nie mające większego znaczenia echa wtórne. Czarna linia o kształcie zbliżonym do paraboli obrazuje obliczoną na podstawie pomiarów gęstość elektronów (stopień jonizacji). W okolicy częstotliwości 2,5 MHz widoczny jest wyraźnie uskok przy przejściu z warstwy E do warstw F1 i F2. Jonogram ilustruje wprawdzie już na pierwszy rzut oka stan jonosfery ale w kolumnie po jego lewej stronie podane są wartości liczbowe najważniejszych parametrów. Dla przeciętnego użytkownika istotna jest tylko część z nich. Parametry foF2, foF1 i foE oznaczają częstotliwości krytyczne odpowiednio dla warstw F2, F1 i E. Symbole foF1p i foEp oznaczają wartości prognozowane odpowiednio dla warstw F1 i E o ile możliwe jest sporządzenie prognozy. W miejsce danych niemożliwych do obliczenia w danym momencie podawany jest skrót „N/A”. FxI jest najwyższą częstotliwością odebranych ech.



Rys. 17.4. Jonogram

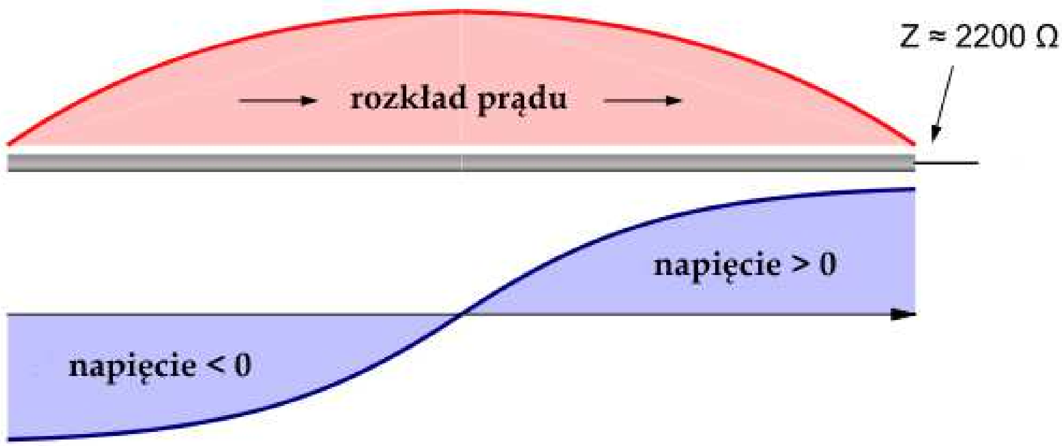
Poniżej podana jest częstotliwość krytyczna warstwy Es (foEs), i częstotliwość minimalna echa (fmin) a następnie wartość MUF dla maksymalnej odległości D z tabeli widocznej poniżej jonogramu (jeżeli MUF dotyczy innej odległości jest ona podawana poniżej). Współczynnik M jest stosunkiem tej wartości MUF do foF2 (M = MUF/foF2). Najwyższy stosumek dla warstwy F2 leży w przedziale 3 – 4. Spis częstotliwości MUF dla różnych odległości podany jest poniżej jonogramu. Na dystansach przekraczających 4000 km łączność możliwa jest tylko poprzez odbicia wielokrotne.

Parametry h'F, h'F2, h'E i h'Es oznaczają pozorne dolne wysokości warstw, a hmF2, hmF1 i hmE – rzeczywiste wysokości ich maksimum jonizacji. Dolny wiersz zawiera m.in. współrzędne stacji (50,1 N 4,6 E), jej symbol (tutaj DB) i typ sprzętu (DPS-4D). Spośród tych wszystkich danych dla krótkofalowców najważniejsze są wartości MUF. Jonogramy nie zawierają indeksów aktywności geomagnetycznej A i K.
Krótkiego wyjaśnienia wymagają pojęcia fali zwyczajnej i nadzwyczajnej. Otóż spolaryzowana liniowo fala radiowa po wejściu do jonosfery ulega rozszczepieniu na dwie fale o polaryzacji kołowej: lewoskrętnej (fala zwyczajna) i prawoskrętnej (fala nadzwyczajna) – na półkuli południowej występuje sytuacja odwrotna. Fala nadzwyczajna jest silniej tłumiona i rozchodzi się z mniejszą prędkością. Po odbiciu i opuszczeniu jonosfery obie fale tworzą falę o przypadkowej polaryzacji. Częstotliwości krytyczne fali zwyczajnej i nadzwyczajnej również różnią się między sobą przy czym dla fali nadzwyczajnej jest ona wyższa.
Komunikaty dotyczące warunków propagacji są nadawane również na falach krótkich. Radiolatarnia DK0WCY nadaje je naprzemian telegrafią, RTTY i PSK31 na częstotliwości 10144 kHz przez całą dobę a w godzinach 7.20 – 9.00 i 16.00 – 19.00 czasu lokalnego także na fali 3579 kHz, ale wyłącznie telegrafią. Ich rozszyfrowanie nie powinno po przeczytaniu obecnego rozdziału sprawić poważniejszych trudności.

18. Podręczne anteny J na pasma 2 m i 70 cm

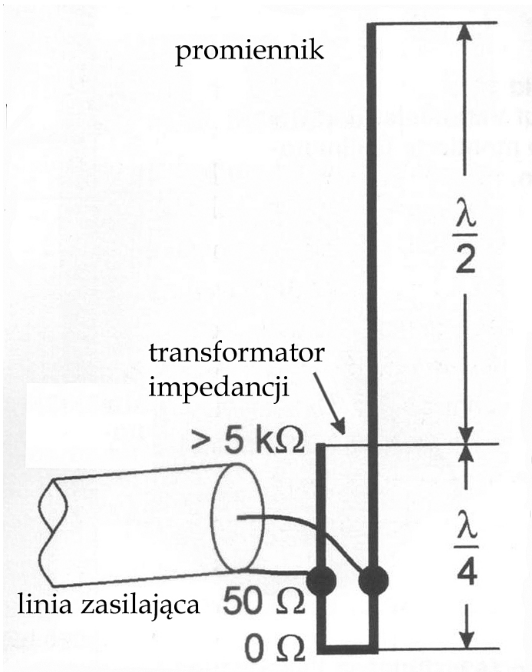
Zaletą anten dipolowych zasilanych na środku ich długości jest niska impedancja wejściowa (rzędu 70 Ω) ułatwiająca ich dopasowanie. W niektórych sytuacjach jednak wygodniejsze może być zasilanie anteny na jednym z jej końców. Pozwala to na zawieszenie anteny tylko w jednym punkcie i na uniknięcie jej mechanicznego obciążenia w środku przez ciężar kabla zasilającego. Wysoka impedancja wejściowa wymaga zastosowania szczególnych rozwiazań. Jednym z nich są transformatory ćwierćfalowe używane w antenach J. W pokrewnych do nich antenach Fuchsa rolę tą pełni równoległy obwód rezonansowy dostrojony do częstotliwości pracy.

Impedancja wejściowa półfalowych anten zasilanych na końcu jest wysoka (rys. 18.1). Wynosi ona przeważnie 1 – 5 kΩ, przy czym jako wartości orientacyjne w literaturze podawane są często wartości 2,5 kΩ dla anten poziomych i 1,5 kΩ dla pionowych. Dokładna wartość impedancji jest trudna do określenia ponieważ zależy ona od średnicy przewodu, wysokości zawieszenia anteny i wpływu najbliższego otoczenia. Uniemożliwia to dokładne obliczenie przekładni transformatora dopasowującego.



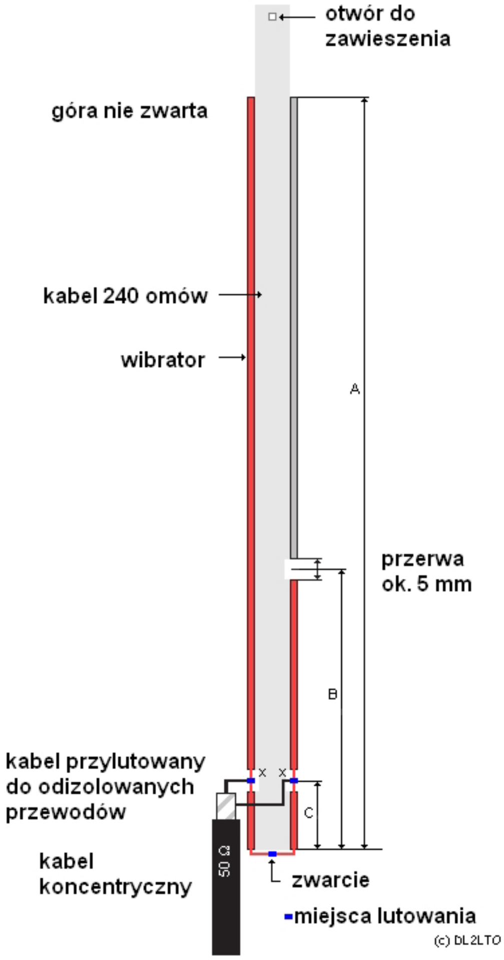
Rys. 18.1. Dipol półfalowy zasilany na końcu – rozkład napięcia i prądu w.cz. Na końcach dipola występuje minimum prądu i maksimum napięcia

W antenach typu J (ang. *J-pole*) jako element dopasowujący służy zwarty na końcu odcinek o długości ćwierci fali, a sama antena ma długość pół fali (przy obliczaniu ich długości mechanicznej trzeba uwzględnić współczynnik skrócenia). Element transformujący może być wykonany przez zagięcie lub załamanie wibratora i wówczas antena przypomina kształtem literę J – stąd też wywodzi się jej nazwa. Sam wibrator może być umieszczony pionowo lub poziomo i nie wpływa to na sposób pracy anteny, z tym że na pasmach UKF najczęściej stosowane są anteny J z polaryzacją pionową, a na KF – przeważnie z polaryzacją poziomą ze względu na wygodę instalacji anteny. Antena zawieszona pionowo ma dookólną charakterystykę promieniowania, polaryzację pionową i zysk około 3,26 dB w stosunku do pionowego dipola znajdującego się nad dobrze przewodzącym gruntem, a w stosunku do „gumowych" antenek radiostacji przenośnych – nawet 6 lub więcej decybeli. Antenki te mają w stosunku do dipola ujemne zyski rzędu kilku dB – dokładna wartość zależy od ich wykonania i otoczenia, w którym się akurat znajdują, położenia w stosunku do ciała użytkownika itd.
Ćwierćfalowy transformator dopasowujący transformuje oporność zwarcia na bardzo dużą (teoretycznie prawie nieskończoną) na jego przeciwległym końcu. Pomiędzy obydwoma końcami na całej długości występują punkty odpowiadające dowolnym opornościom z zakresu od zera do maksimum. Jednym z nich jest punkt o oporności odpowiadającej oporności falowej kabla zasilającego. Najczęściej jest to 50 Ω, ale ogólnie rzecz biorąc antena może być zasilana liniami o dowolnej oporności falowej, zarówno koncentrycznymi jak i symetrycznymi. Oporność falowa samego transformatora (zależna od odległości przewodów linii i ich średnicy) jest tutaj mniej istotna i przeważnie jest ona różna od oporności falowej linii zasilającej. Nie wpływa to w żaden sposób na podstawową funkcję transformatora – na transformację oporności. Wynika stąd, że odległość obu przewodów lub ramion transformatora nie jest krytyczna.



Rys. 18.2. Elementy anteny J. Przy obliczaniu rzeczywistych wymiarów należy uwzględnić współczynniki skrócenia

Anteny J pracują także na nieparzystych harmonicznych częstotliwości podstawowej, co ułatwia m.in. konstrukcję anten na pasma 144 i 432 MHz albo 7 i 21 MHz. Dla nieparzystych harmonicznych transformator składa się elektrycznie z dwóch segmentów: ćwierćfalowego i jednego (dla trzeciej harmonicznej) lub kilku segmentów półfalowych (dla wyższych).
Anteny J charakteryzują się stosunkowo znaczną szerokopasmowością, a jako anteny półfalowe także niezależnością od wpływu gruntu na ich własności.
Anteny na zakres UKF wykonywane są często z zagiętego pręta metalowego albo z płaskiego kabla antenowego. W grę wchodzi przeważnie płaski kabel popularny w dawniejszych instalacjach anten telewizyjnych i radiowych UKF (o impedancji 240 albo 300 Ω) albo kabel drabinkowy stosowany w instalacjach anten amatorskich i mający impedancję 300 lub 450 Ω.
Przykład konstrukcji anteny J wykonanej z płaskiego kabla antenowego dowolnego rodzaju przedstawia ilustracja 18.3. U góry znajduje się otwór przeznaczony do zawieszenia anteny w dowolnym dogodnym miejscu, np. przy oknie. Pomimo, że nie zostało to pokazane na ilustracji kabel zasilający należy podwiesić w dowolny sposób np. na izolacji kabla płaskiego, tak aby jego ciężar nie obciążał punktów lutowania i żył transformatora. Do zawieszenia anteny i podwieszenia kabla zasilającego należy użyć materiałów nieprzewodzących: linki plastikowej, sznurka itp. Kabel zasilający można także przykleić do anteny za pomocą taśmy izolacyjnej (rys. 18.6). Wykonana w ten sposób antena daje się łatwo zwinąć i zapakować do kieszeni albo bagażu podróżnego, a w miejscu pobytu zapewnia ona znaczne powiększenie zasięgu ręcznej radiostacji, co ułatwi dostęp do tamtejszych przemienników – a przez nie może i dalej w świat: echolinkowo, D-Starowo, DMR-owo itd. Antena taka może służyć także jako pomocnicza w sytuacjach awaryjnych. Z tych też powodów cieszy się ona znacznę popularnością.
W warunkach stacjonarnych można dla usztywnienia antenę wciągnąć do rurki plastikowej. Dla zawieszenia anteny rurkę można przewiercić u góry w odległości 0,5 cm lub więcej od końca.
Wymiary płaskiej anteny J dla różnych pasm i wariantów wykonania podano w tabelach 18.1 i 18.2.
Transformator dopasowujący nie musi być umieszczony w jednej linii z promiennikiem ale może być odgięty od niej pod kątem prostym albo innym dowolnym jeżeli okaże się to wygodniejsze w danych warunkach. Kabel zasilający powinien mieć długość co najmniej 60 cm.
Antenę J na pasmo 70 cm przeznaczoną do pracy w warunkach stacjonarnych można wykonać z rurki aluminiowej lub miedzianej np. w sposób przedstawiony na ilustracji 18.7. Przy użyciu proponowanej przez konstruktora rurki aluminiowej o średnicy 8–10 mm lub zbliżonej antena charakteryzuje się znaczną szerokopasmowością. W celu uzyskania najlepszego dopasowania (minimum WFS) należy dobrać położenie punktów podłączenia kabla zasilającego. Przy obliczaniu wymiarów przyjęto współczynnik skrócenia 0,95. Dla pasma 2 m antena ta miałaby długość 147 cm, transformator – długość 48,5 cm, odstęp między ramionami wynosiłby ok. 8 cm, a kabel zasilający musiałby być podłączony w odległości ok. 7,5 cm od zwartego końca.
Przeliczając proporcjonalnie w stosunku do długości fali można otrzymać wymiary anten dla innych dowolnych pasm amatorskich. Optymalne położenie punktów zasilania trzeba jednak wówczas dobrać eksperymentalnie.



Rys. 18.3. Konstrukcja urlopowej anteny J wykonanej z płaskiego kabla antenowego (źródło: witryna DL2LTO)



Fot. 18.4. Szczegóły konstrukcyjne anteny wykonanej z kabla 450 Ω przez M0MTJ. Miejsce podłączenia kabla dobrze jest owinąć taśmą izolacyjną



Rys. 18.5. Górna część anteny z otworem do jej zawieszenia. Można ją owinąć taśmą izolacyjną tak by nie zasłonić otworu



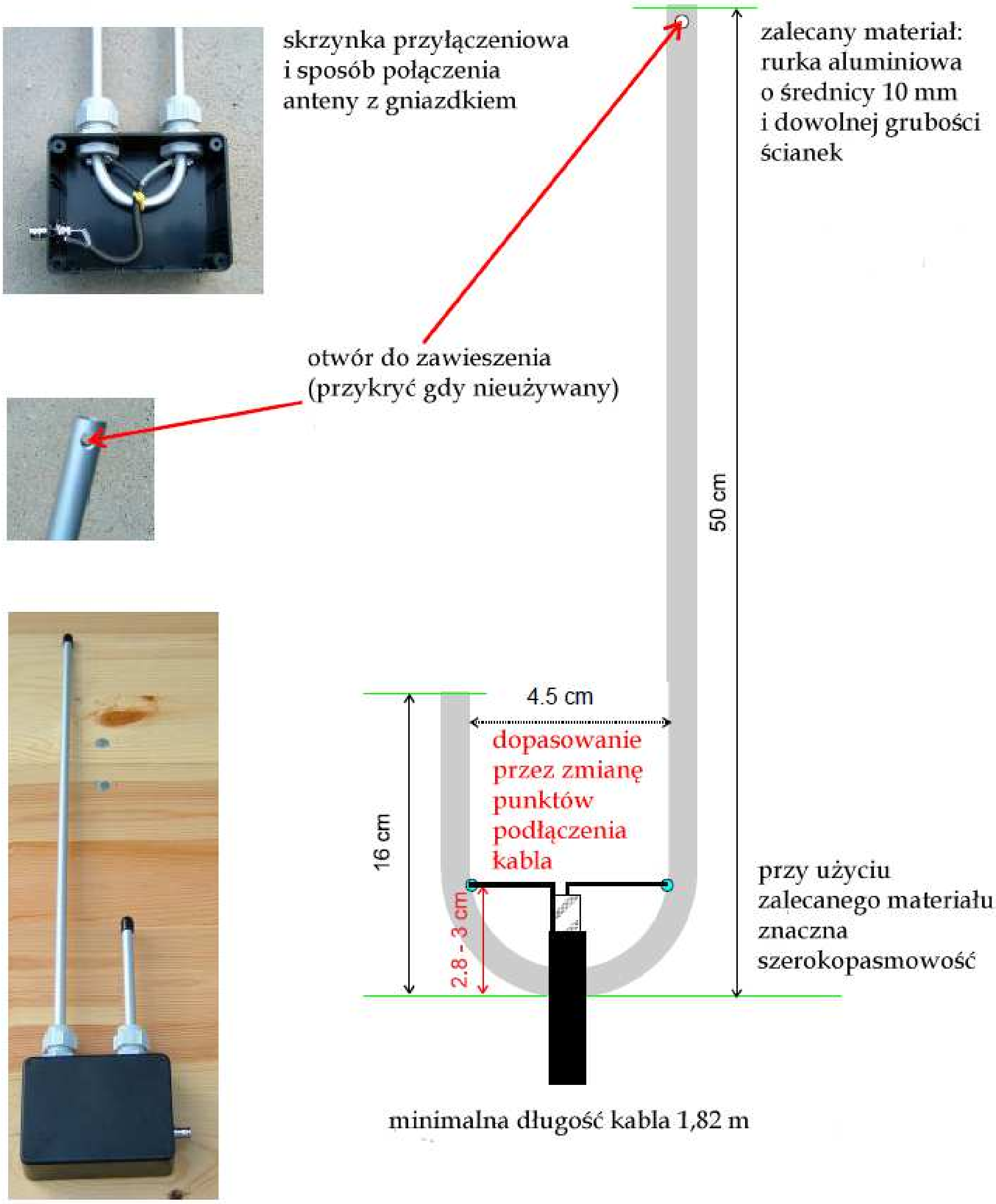
Rys. 18.6. Umocowanie kabla koncentrycznego

Tabela 18.1 Wymiary anteny z rys. 18.3 dla różnych zakresów częstotliwości dla kabla 240 Ω

Pasmo	Długość całkowita anteny – wymiar A [m]	Długość transformatora – wymiar B [m]	Punkt podłączenia kabla zasilającego 50 Ω licząc od zwarcia – wymiar C [cm]
2 m	1,37	0,421	3,2
Dwupasmowa 2 m / 70 cm (war. 1)	1,445	0,410	ok. 3,2
Dwupasmowa 2 m / 70 cm (war. 2)	1,319	0,44	3,2
70 cm	0,4725	0,142	0,93

Tabela 18.2. Wymiary anten wykonanych z kabla drabinkowego 450 Ω

Pasmo	Promiennik (pół fali) [cm]	Transformator (ćwierć fali) [cm]	Odległość punktu zasilania od zwarcia [cm]
2 m	97,5	47	3
4 m	190	95	6,1
6 m	281,5	133	6,5
10 m	496	245	15



Rys. 18.7. Konstrukcja stacjonarnej anteny na pasmo 70 cm wykonanej z rurki aluminiowej

Tabela 18.3. Współczynniki skrócenia dla kabli płaskich

Typ kabla	Współczynnik skrócenia
Telewizyjny 240 Ω – izolacja polietylenowa półprzezroczysta	0,83
Telewizyjny 300 Ω – izolacja polietylenowa półprzezroczysta	0,83 – 0,85
Drabinkowy 300 lub 450 Ω (CQ552, 553, 562) – izolacja czarna	0,905

Literatura i adresy internetowe

[1.1] www.pzk.org.pl – witryna PZK
[1.2] www.pk-ukf.org.pl – witryna Polskiego Klubu UKF
[1.3] www.swiatradio.com.pl

[3.1] www.przemienniki.net

[5.1] „Die HB9CV Antenne”, Franz Sichla, DL7VFS, wyd. VTH, Baden-Baden 2003, ISBN 3-88180-392-0
[5.2] „Zerlegbare HB9CV-Antenne für das 2 m Band”, Ulrich Graf, DK4SX, „Funkamateur” 4/2002, str. 394
[5.3] „Einfache HB9CV Antenne für das 70 cm Band”, Ulrich Graf, DK4SX, „Funkamateur” 5/2001, str. 564

[6.1] „Koaxiale Steckverbinder – Auswahl und Montage”, Alexander Meier, DB6RBP, Dipl.-Ing. Ingo Mayer, DK3RED, „Funkamateur” 2/2007 – 5/2007
[6.2] www.kabel-kusch.de
[6.3] „Kabel & Co. in der Funkpraxis”, Franz Sichla, DL7VBS, wyd. VTH, Baden-Baden 2002

[7.1] „Rothammels Antennebuch”, Alois Krischke DB0TR, Wydawnictwo DARC, 13 wyd., Baunatal 2013, str. 1261
[7.2] „Antennengrundregeln für Anfänger“, J. R. Duffrey, „QRP Report“ 1/2002, str 5–6

[9.1] „Propagacja fal radiowych”, Wacław Lisicki, WKŁ, Warszawa 1962
[9.2] „Funkwellen erfolgreich nutzen”, Sichla/Schiffhauer/Wetzel, wyd. VTH, Baden-Baden 1999
[9.3] „Rothammels Antennenbuch”, Alois Krischke, DJ0DR, Wydawnictwo DARC, wydanie 13, 2013
[9.4] „Ionosphäre und Wellenausbreitung“, Gerd Klawitter, wyd. Siebel Verlag 2000
[9.5] „Fale i anteny”, Jarosław Szostka, WKŁ, wyd. 2, Warszawa 2001

[10.1] www.przemienniki.net
[10.2] www.echolink.org
[10.3] www.echolink.pl

[11.1] www.echolink.org
[11.2] www.przemienniki.net
[11.3] www.echolink.pl
[11.4] fm-link.pl

[12.1] www.przemienniki.net
[12.2] www.dstarusers.org/repeaters.php
[12.3] SR7UVL.DstarPL.Dstar.do
[12.4] xreflector.net

[13.1] www.sp-dmr.pl – główna witryna polskiej sieci DMR
[13.2] www.ham-dmr.at – witryna sieci austriackiej, zawiera programy CPS, oprogramowanie dla „Maliny”, oprogramowanie firmowe radiostacji itd.
[13.3] www.przemienniki.net

[14.1] www.przemienniki.net
[14.2] http://176.10.105.218/ – internetowy pulpit reflektora FCS001
[14.3] http://xreflector.net – alternatywny dostęp do pulpitu FCS001
[14.4] http://h3.com.pl – polska witryna sieci C4FM z pulpitem WIRES-X
[14.5] www.wiresx.pl – witryna poświęcona sieci WIRES-X w Polsce

[15.1] „Der BCC-Kurzwellen-Preselektor”, Thomas Molière, DL7AV, Funkamateur 1/1997, str. 76
[15.2] http://www.bavarian-contest-club.de/projects/presel/presel.pdf

[16.1] „Propagacja fal radiowych”, Wacław Lisicki, WKŁ, Warszawa 1962
[16.2] „Funkwellen erfolgreich nutzen”, Sichla/Schiffhauer/Wetzel, wyd. VTH, Baden-Baden 1999
[16.3] „Rothammels Antennenbuch”, Alois Krischke, DJ0DR, Wydawnictwo DARC, wydanie 13, 2013
[16.4] „Ionosphäre und Wellenausbreitung“, Gerd Klawitter, wyd. Siebel Verlag 2000
[16.5] „Fale i anteny”, Jarosław Szostka, WKŁ, wyd. 2, Warszawa 2001
[16.6] pk-ukf.org.pl – Polski Klub UKF
[16.7] www.mmmonvhf.de – strona poświęcona DX-om i warunkom propagacji w pasmach 50 MHz – 24 GHz
[16.8] http://www.mmmonvhf.de/bcn_map.php – mapa i spis światowych radiolatarni w pasmach 50 MHz – 24 GHz

[17.1] www.swiatradio.com.pl
[17.2] www.hamqsl.com/solar.html
[17.3] www.dk5ya.de/iono.htm – mapa europejskich stacji sieci „Digisonde”
[17.4] http://digisonda.ufa.cas.cz/latestFrames.htm – wyniki pomiarów jonosfery czeskiej stacji w Pruhonicach należącej do sieci „Digisonde”
[17.5] http://digisonde.oma.be/latestFrames.htm – wyniki pomiarów jonosfery belgijskiej stacji Dourbes
[17.6] https://www.iap-kborn.de/forschung/abteilung-radarsondierungen/aktuelle-radarmessungen/ionosonde-ionogramm/ – wyniki pomiarów jonosfery niemieckiej stacji w Juliusruh
[17.7] „Propagacja fal radiowych”, Wacław Lisicki, WKŁ, Warszawa 1962
[17.8] „Funkwellen erfolgreich nutzen”, Sichla/Schiffhauer/Wetzel, wyd. VTH, Baden-Baden 1999
[17.9] „Rothammels Antennenbuch”, Alois Krischke, DJ0DR, Wydawnictwo DARC, wydanie 13, 2013
[17.10] „Ionosphäre und Wellenausbreitung“, Gerd Klawitter, wyd. Siebel Verlag 2000
[17.11] „Über die Lesbarkeit von Digisonden-Ionogrammen”, Jens Mielich, Leibnitz-Institut für Atmosphärenphysik, 2012

[18.1] „Rothammels Antennenbuch”, Alois Krischke, DJ0DR, Wydawnictwo DARC, wydanie 13, 2013
[18.2] www.funkcom.ch – przykłady konstrukcji anten J

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca" dotychczas ukazały się:

Nr 1 – „Poradnik D-STAR", wydanie 1 i 2
Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS"
Nr 3 – „Technika słabych sygnałów" Tom 1
Nr 4 – „Technika słabych sygnałów" Tom 2
Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich" Tom 1
Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich" Tom 2
Nr 7 – „Packet radio"
Nr 8 – „APRS i D-PRS"
Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich" Tom 1
Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich" Tom 2
Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski" Tom 1
Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów" Tom 1
Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów" Tom 2
Nr 14 – „Amatorska radioastronomia"
Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR"
Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia", wydanie 1 i 2
Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy"
Nr 18 – „Łączności na falach długich"
Nr 19 – „Poradnik Echolinku"
Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie" Tom 1
Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie" Tom 2
Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie"
Nr 23 – „Technika słabych sygnałów" Tom 3, wydanie 1, 2 i 3
Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie"
Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe"
Nr 26 – „Poradnik DMR" wydanie 1 i 2, nr 326 – wydanie skrócone
Nr 27 – „Poradnik Hamnetu"
Nr 28 – „Budujemy Ilera" Tom 1
Nr 29 – „Budujemy Ilera" Tom 2
Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe"
Nr 31 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów" Tom 3
Nr 32 – „Anteny łatwe do ukrycia"
Nr 33 – „Amatorska telemetria"
Nr 34 – „Poradnik systemu C4FM"
Nr 35 – „Licencja i co dalej" Tom 1